

4.4.2 Convection forcée axiale combinée à la convection rotatoire en absence de convection naturelle.

Pour procéder à l'étude de l'influence de B sur les diverses grandeurs physiques, comme dans le paragraphe précédant, on varie progressivement de manière croissante le paramètre B en partant des valeurs plus petites passe jusqu'à la grande valeur et étant donné que la convection rotatoire pure devient plus importante.

Pour la température de la paroi $T_p = 400^\circ\text{C}$, le nombre de Grashof Gr devient nul, bien que le nombre de Reynolds Re_ω dû à la rotation varie avec le paramètre de rotation B , Re_∞ étant fixé.

Les figures 4.19 et 4.20 schématisent les variations de T^* et W^* , en fonction de y^* pour différentes valeurs de B et $x = 30^\circ$. Il ressort que T^* et W^* sont des fonctions croissantes de B . Autrement dit, les longueurs des couches limites thermiques et hydrodynamiques augmentent quand B croît.

Les figures 4.21 et 4.22 montrent les variations de U^* et V^* , en fonction y^* pour différentes valeurs de B et $x = 30^\circ$. Nous remarquons que U^* diminue, mais la longueur de la couche limite hydrodynamique augmente quand B croît. De plus, les remarques faites sur la figure 4.16 restent toujours valables pour V^* , mais les pentes de ces courbes deviennent très faibles.

Les figures 4.23 et 4.24, qui illustrent les variations de $1/2CF_x Re_\omega^{1/2}$ et de $1/2CF_\theta Re_\omega^{1/2}$ en fonction de x pour différentes valeurs de B , montrent que $1/2CF_x Re_\omega^{1/2}$ augmente tandis que $1/2CF_\theta Re_\omega^{1/2}$ diminue lorsque B croît.

La figure 4.25 représente la variation de la quantité $Nu Re_\omega^{-1/2}$ en fonction de x pour différentes valeurs de B . Il en résulte que le transfert de chaleur diminue lorsque B augmente. En outre, l'influence de x réduit ce nombre.

La figure 4.26 représente les variations de S_a en fonction de x , pour différentes valeurs de B . Il s'avère que S_a croît avec B .

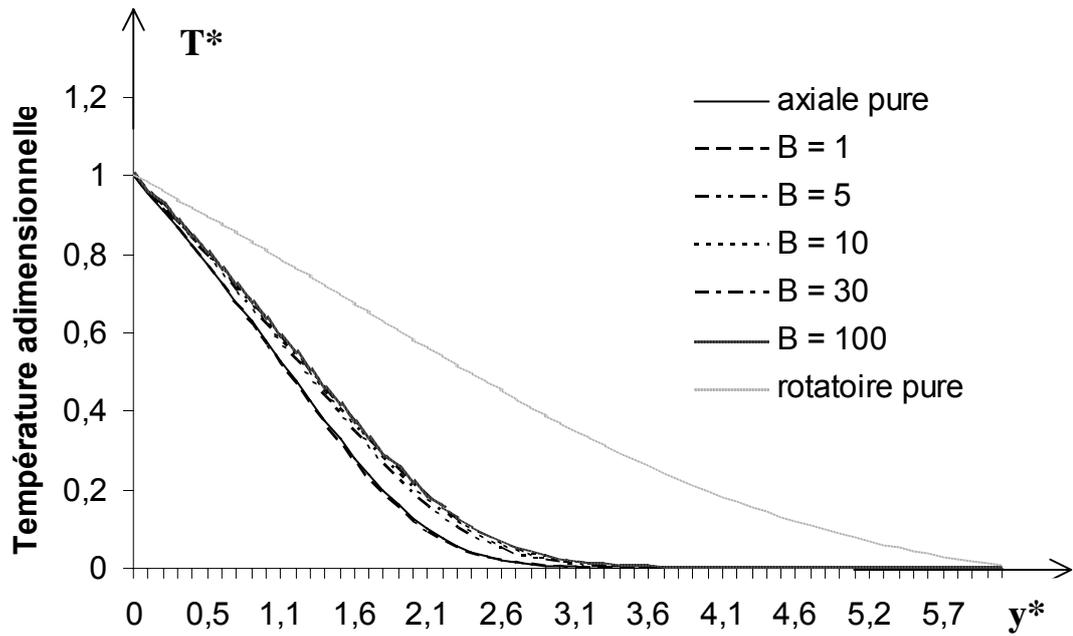


Figure 4.19 : Variations de T^* en fonction de y^* pour différentes valeurs de B , $\Omega = 0$ et $x = 30^\circ$.

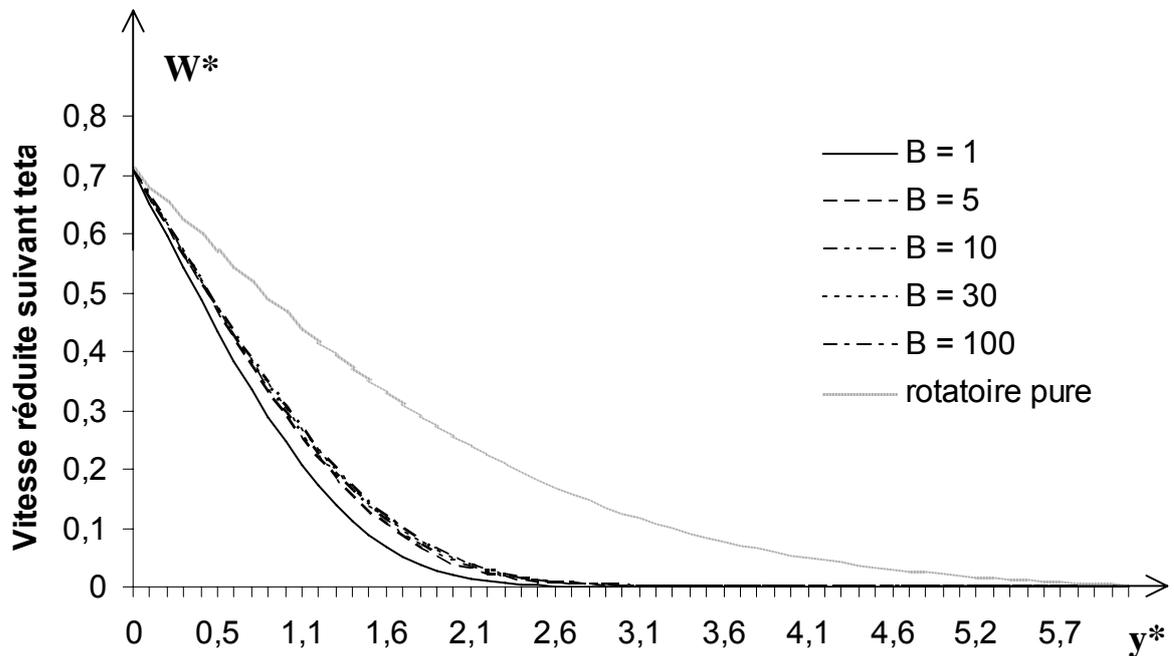


Figure 4.20 : Variations de W^* en fonction de y^* pour différentes valeurs de B pour $\Omega = 0$ et $x = 30^\circ$.

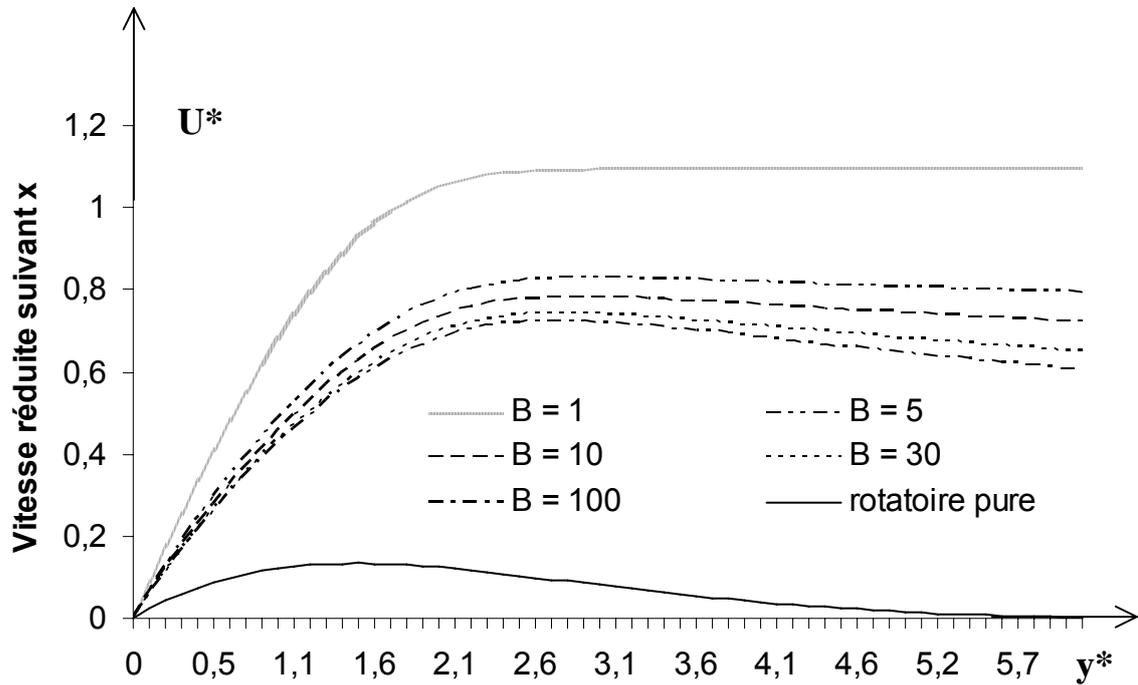


Figure 4.21 : Variations de U^* en fonction de y^* pour différentes valeurs de B pour $\Omega = 0$ et $x = 30^\circ$.

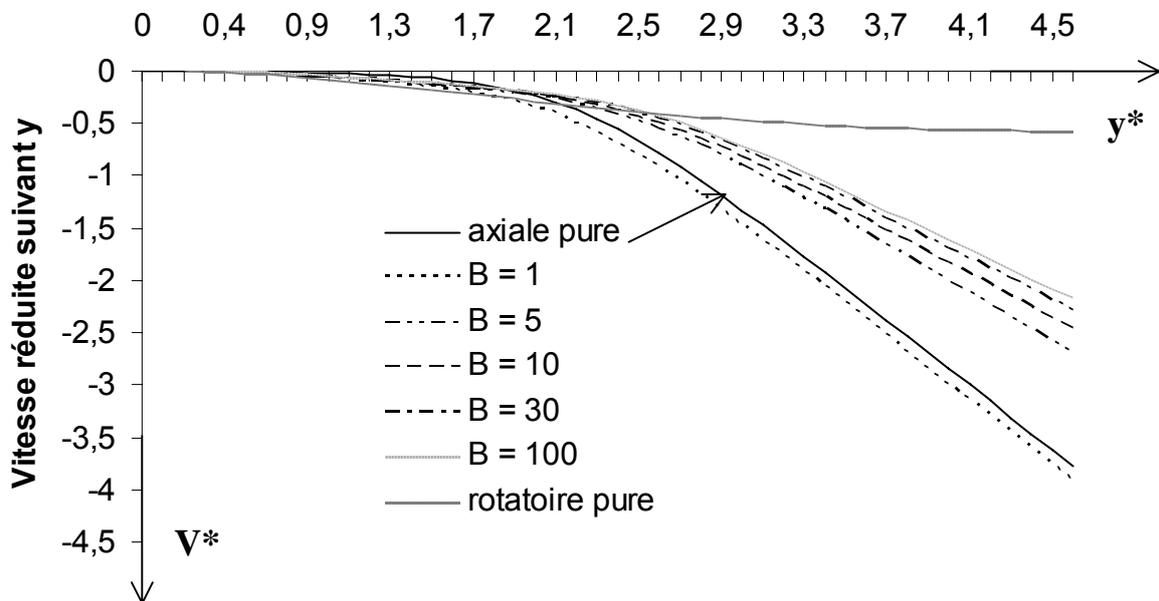


Figure 4.22 : Variations de V^* en fonction de y^* pour différentes valeurs de B pour $\Omega = 0$ et $x = 30^\circ$.

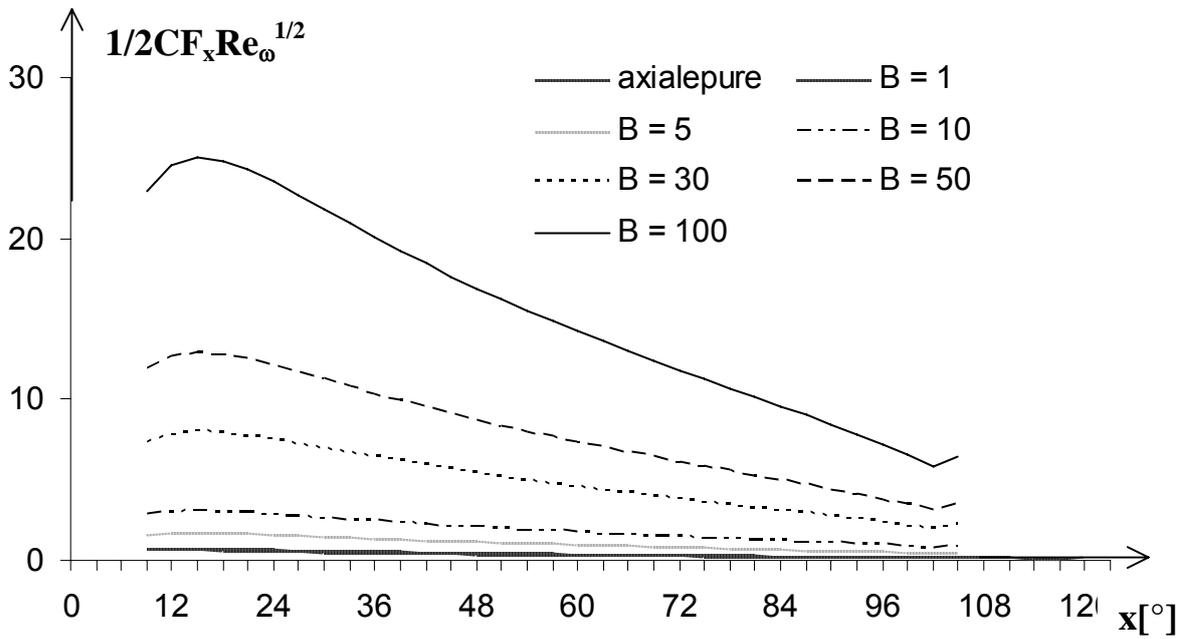


Figure 4.23 : Variations de $1/2CF_x Re_\omega^{1/2}$ en fonction de x pour différentes valeurs de B pour $\Omega = 0$.

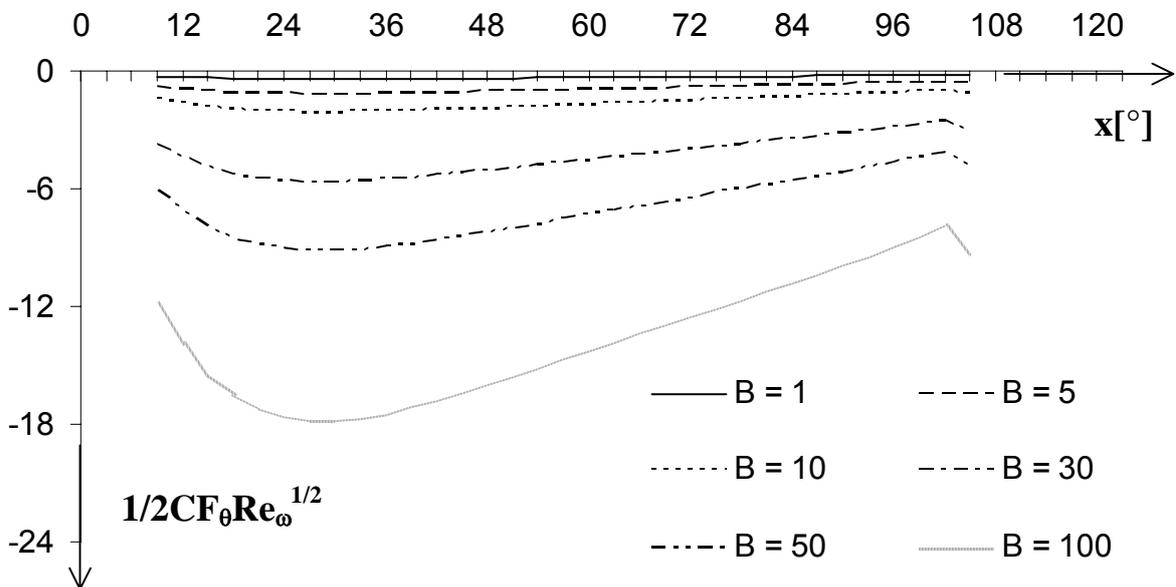


Figure 4.24 : Variations de $1/2CF_\theta Re_\omega^{1/2}$ en fonction de x pour différentes valeurs de B pour $\Omega = 0$.

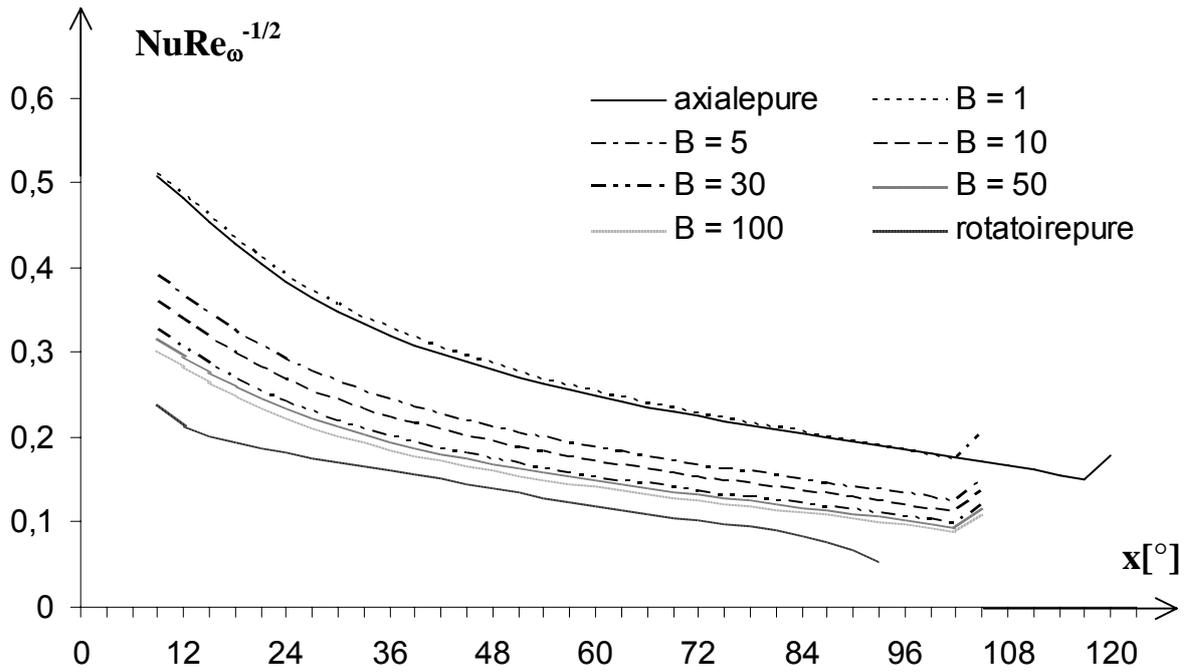


Figure 4.25 : Variations de $NuRe_{\omega}^{-1/2}$ en fonction de x pour différentes valeurs de B si $\Omega = 0$.

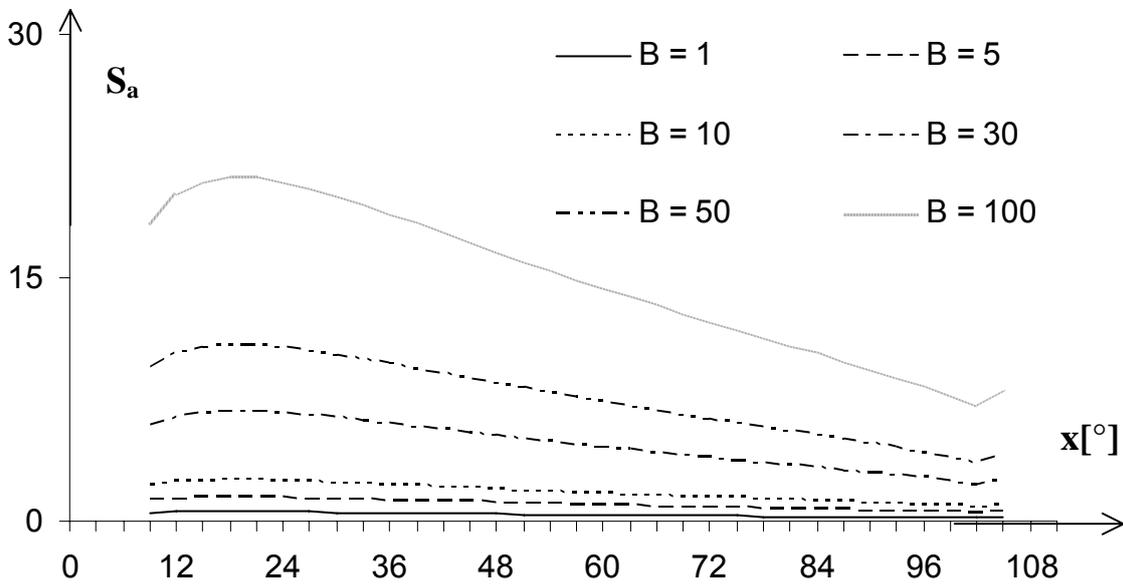


Figure 4.26 : Variations de S_a en fonction de x pour différentes valeurs de B si $\Omega = 0$.

4.4.3 Coexistence des trois types de convection.

Nous considérons dans ce cas où les trois types de convection coexistent. Nous allons examiner d'une part l'influence du paramètre- Ω , pour $B = 1$ et 100 et, d'autre part, l'influence du paramètre B , pour $\Omega = 1$ et 100 , sur toutes les grandeurs physiques et en déduire ainsi l'influence de chaque type dans la convection mixte pour chacune des grandeurs pariétales.

Dans ce cas, le nombre Grashof Gr reste constant et Re_{∞} et Re_{ω} varient en fonctions de B et de Ω choisies pour la température T_p de la paroi maintenue à 400°C .

Les figures 4.27.a et 4.27.b représentent les variations de U^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de Ω et pour $B = 1$ et 100 , tandis que les figures 4.27.c et 4.27.d montrent les variations de U^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 1$ et 100 . Nous constatons que les comportements de U^* ne dépendent que du paramètre Ω . Pour $\Omega \geq 10$, la courbe passe par un maximum, ce qui signifie que l'influence de la convection naturelle et l'apport des matières réactives deviennent très importants. Autrement dit, U^* diminue quand Ω augmente et l'écoulement forcé axial impose la valeur extérieure de la vitesse, c'est-à-dire le cas de faible valeur de Ω .

Les figures 4.28.a et 4.28.b indiquent les variations de V^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de Ω et pour $B = 1$ et 100 puis les figures 4.28.c et 4.28.d montrent les variations de V^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de B et pour $\Omega = 1$ et 100 . Nous observons que V^* devient une fonction croissante de Ω , tandis que B ne marque plus beaucoup d'influence sur l'écoulement axisymétrique. Pour $\Omega = 100$, la courbe présente un point d'inflexion. En outre, V^* est une fonction décroissante et négative suivant y^* .

Les figures 4.29.a et 4.29.b illustrent les profils de T^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de Ω et pour $B = 1$ et 100 , tandis que les figures 4.29.c et 4.29.d montrent les variations de T^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de B et pour $\Omega = 1$ et 100 . Il en résulte que la masse du fluide devient plus chaude quand Ω augmente. En outre, pour $\Omega = 1$, l'influence du paramètre B refroidit la masse du fluide, mais la longueur de la couche limite reste presque constante.

Les figures 4.30.a et 4.30.b schématisent les variations de Nu en fonction de x , pour différentes valeurs de Ω et pour $B = 1$ et 100 , tandis que les figures 4.30.c et 4.30.d montrent les variations de Nu en fonction de x , pour différentes valeurs de B et pour $\Omega = 1$ et 100 . Il en découle que l'influence de x fait réduire Nu jusqu'à une certaine valeur de x , où apparaît une perturbation due vraisemblablement soit à la proximité du décollement, soit à la turbulence. En d'autres termes, le transfert de chaleur diminue quand Ω augmente, mais le nombre de Nusselt Nu croît avec B . En effet, le transfert thermique augmente suivant les valeurs croissantes de B .

Les figures 4.31.a et 4.31.b représentent les variations de CF_x en fonction de x , pour différentes valeurs de Ω et pour $B = 1$ et 100 , puis les figures 4.31.c et 4.31.d montrent les variations de CF_x en fonction de x , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 1$ et 100 . Nous constatons que CF_x croît avec Ω et B pour les valeurs supérieures à 1.

Les figures 4.32.a et 4.32.b illustrent les variations de CF_θ en fonction de x , pour différentes valeurs de Ω et pour $B = 1$ et 100 , puis les figures 4.32.c et 4.32.d montrent les variations de CF_θ en fonction de x , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 1$ et 100 . Il en ressort que CF_θ est une fonction décroissante de Ω et de B . En outre ce grandeur devient nulle si $x = 144^\circ$. Cela signifie que la force d'inertie provoquée par la rotation du solide est nulle.

Les figures 4.33.a et 4.33.b représentent les variations de S_a en fonction de x , pour différentes valeurs de Ω et pour $B = 1$ et 100 puis les figures 4.33.c et 4.33.d montrent les variations de S_a en fonction de x , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 1$ et 100 . Les remarques faites sur les figures 4.31.a à 4.31.d demeurent valables.

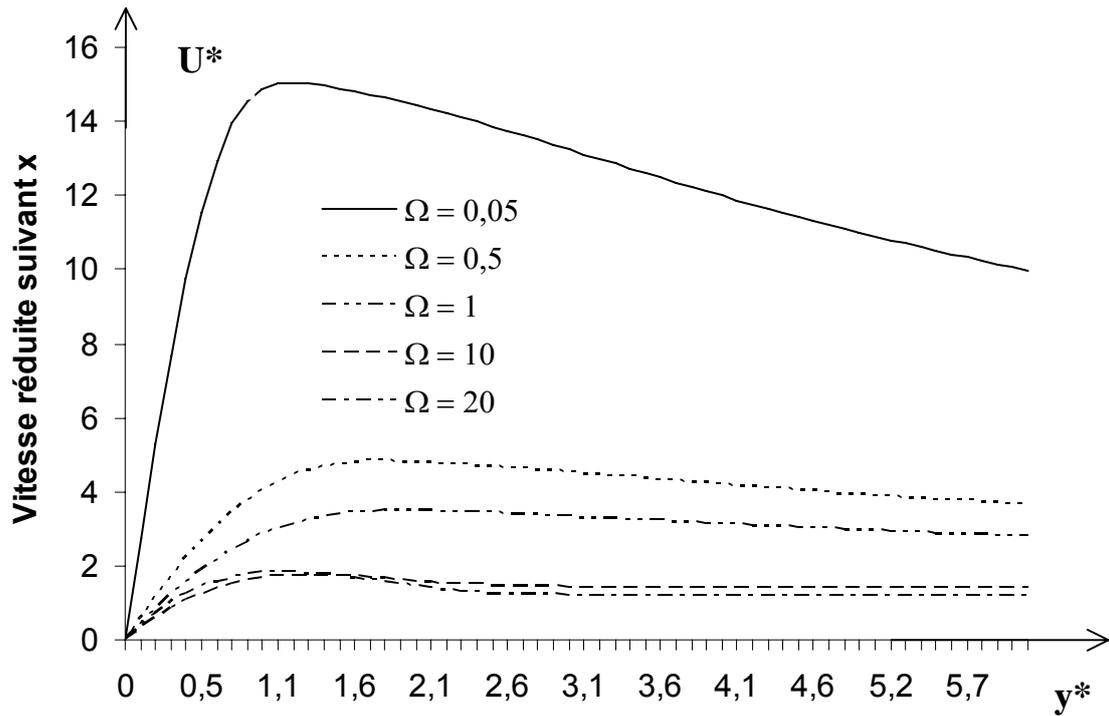


Figure 4.27.a : Variations de U^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de Ω si $B = 1$ et $x = 30^\circ$.

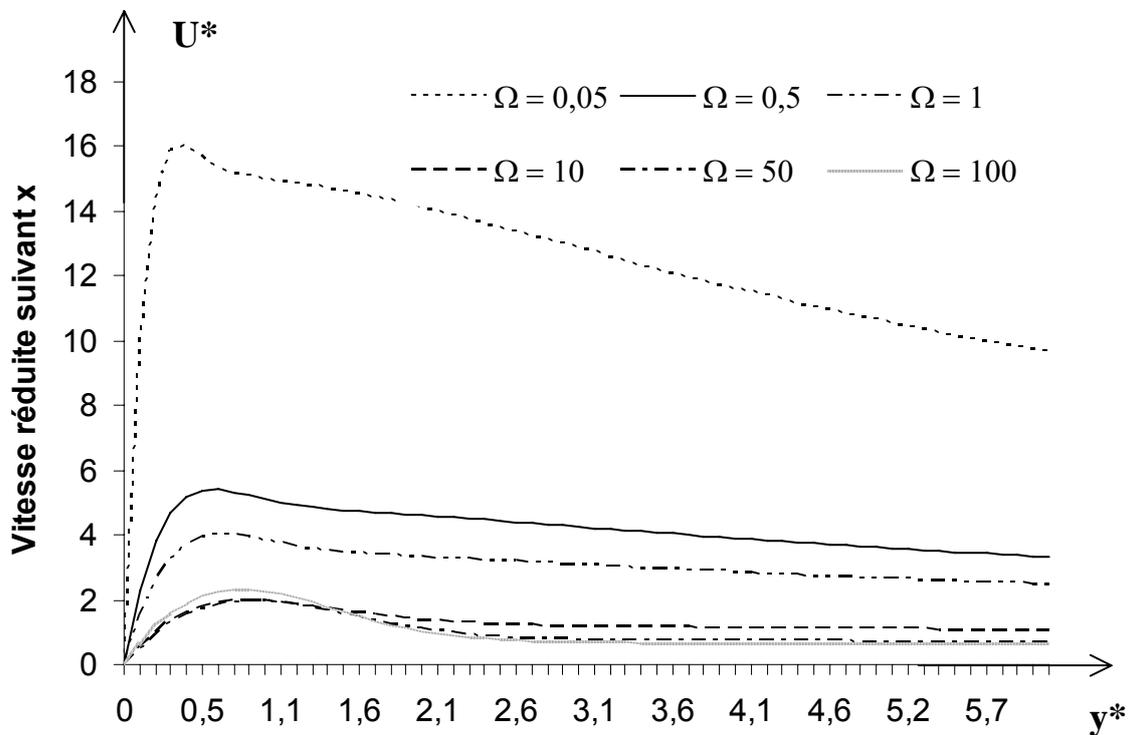


Figure 4.27.b : Variations de U^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de Ω pour $B = 100$ et $x = 30^\circ$.

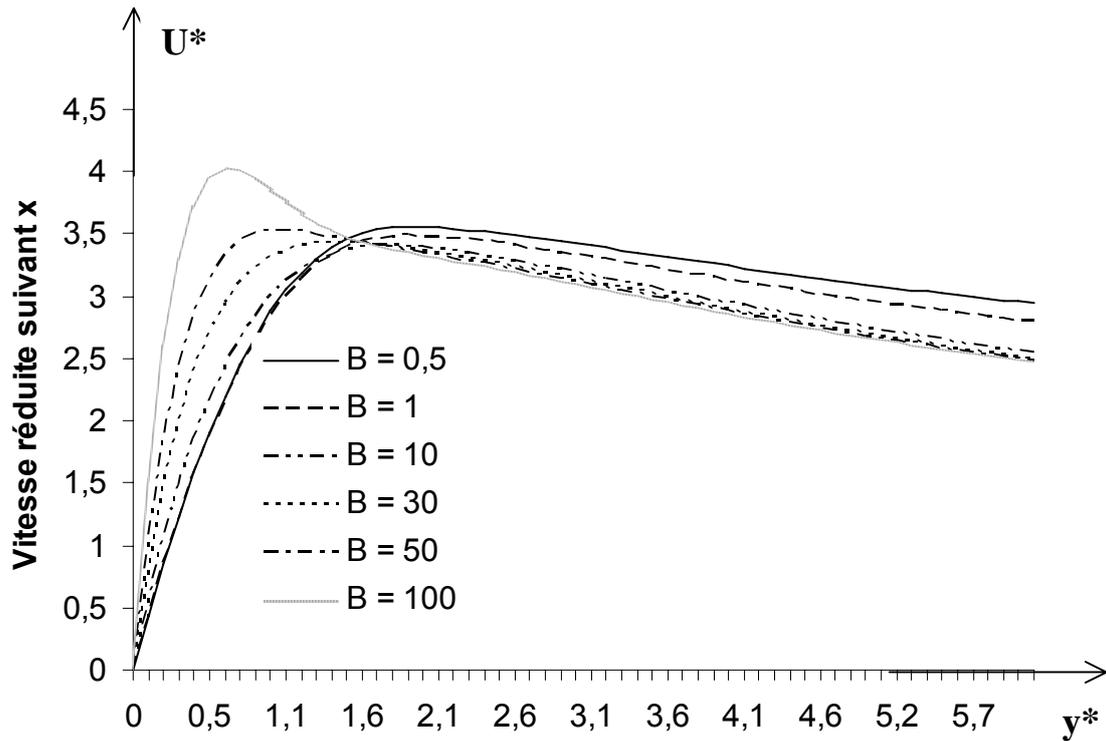


Figure 4.27.c : Variations de U^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 1$ et $x = 30^\circ$.

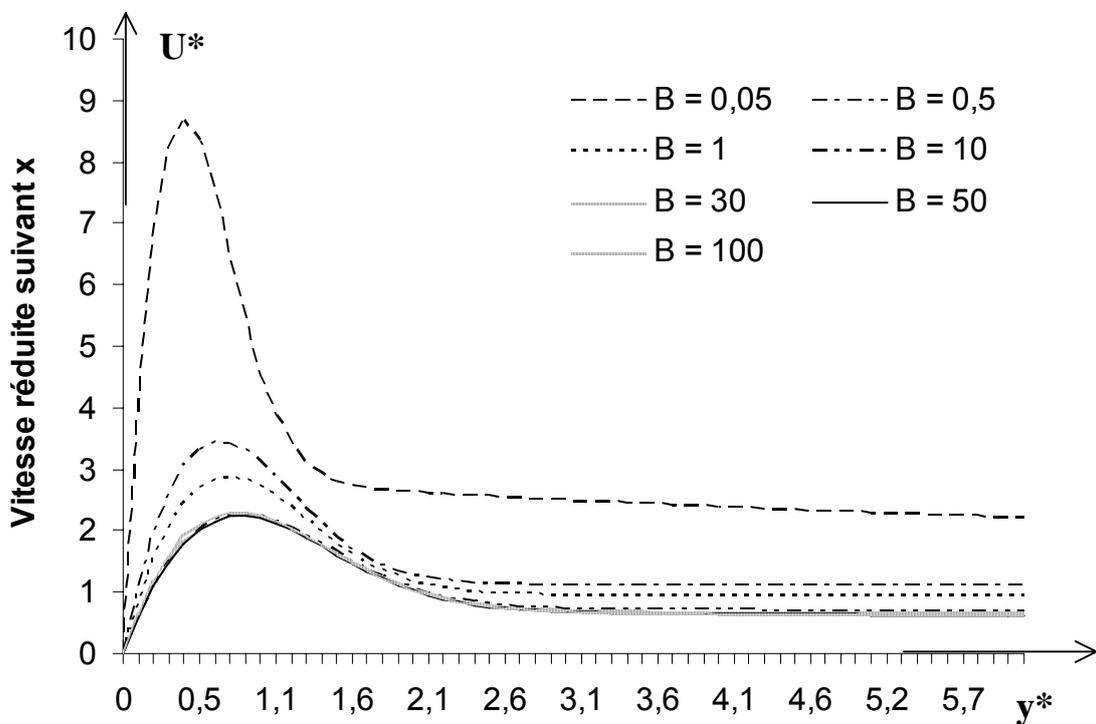


Figure 4.27.d : Variations de U^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de B pour $\Omega = 100$ et $x = 30^\circ$.

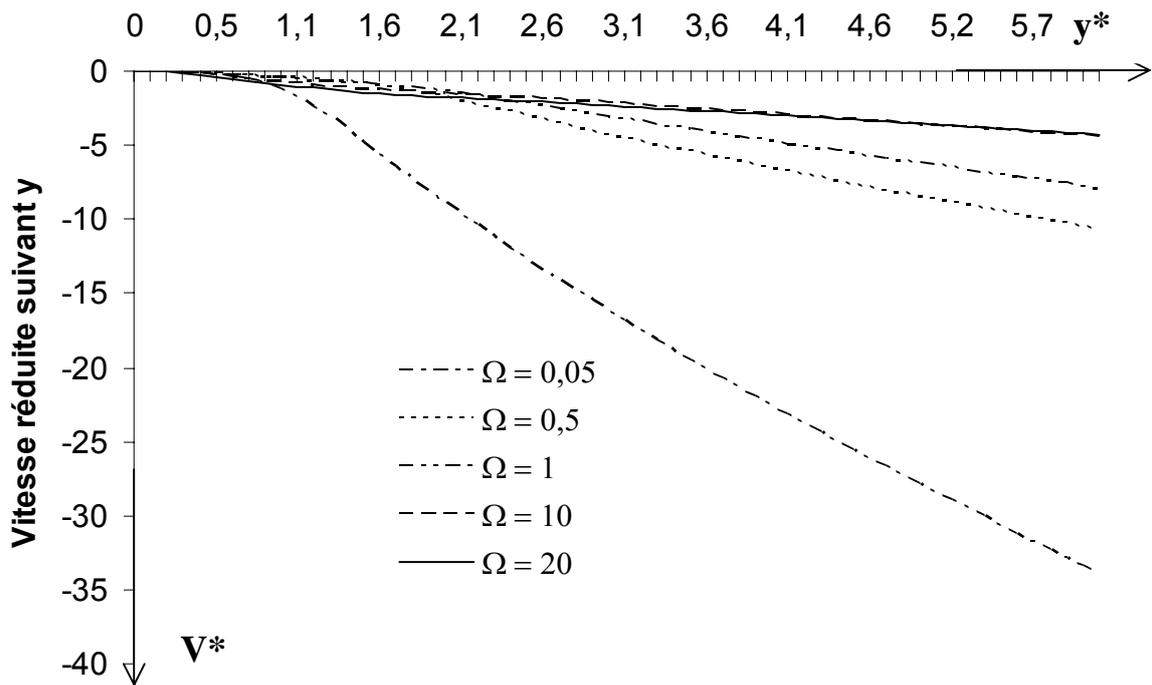


Figure 4.28.a : Variations de V^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de Ω si $B = 1$ et $x = 30^\circ$.

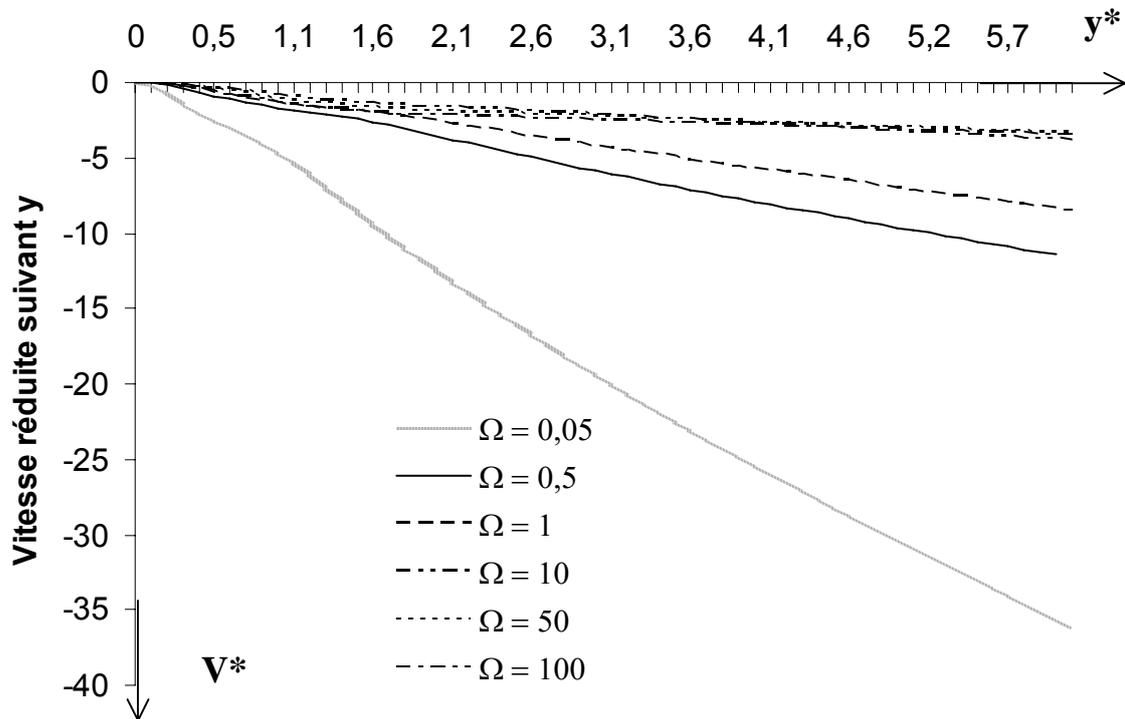


Figure 4.28.b : Variations de V^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de Ω si $B = 100$ et $x = 30^\circ$.

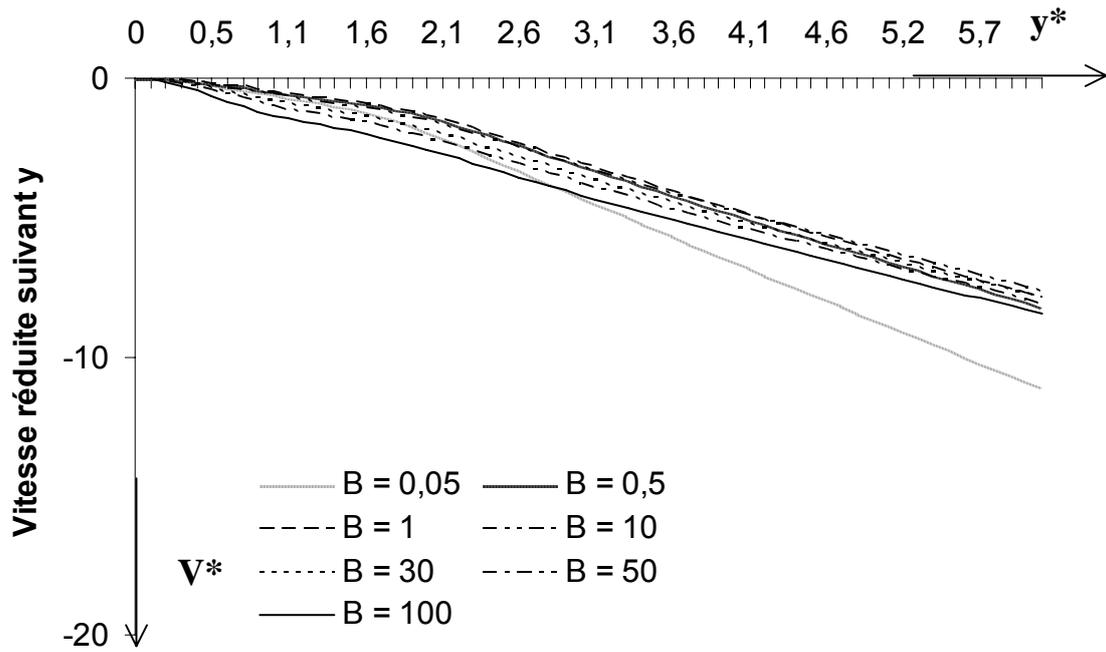


Figure 4.28.c : Variations de V^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de B pour $\Omega = 1$ et $x = 30^\circ$.

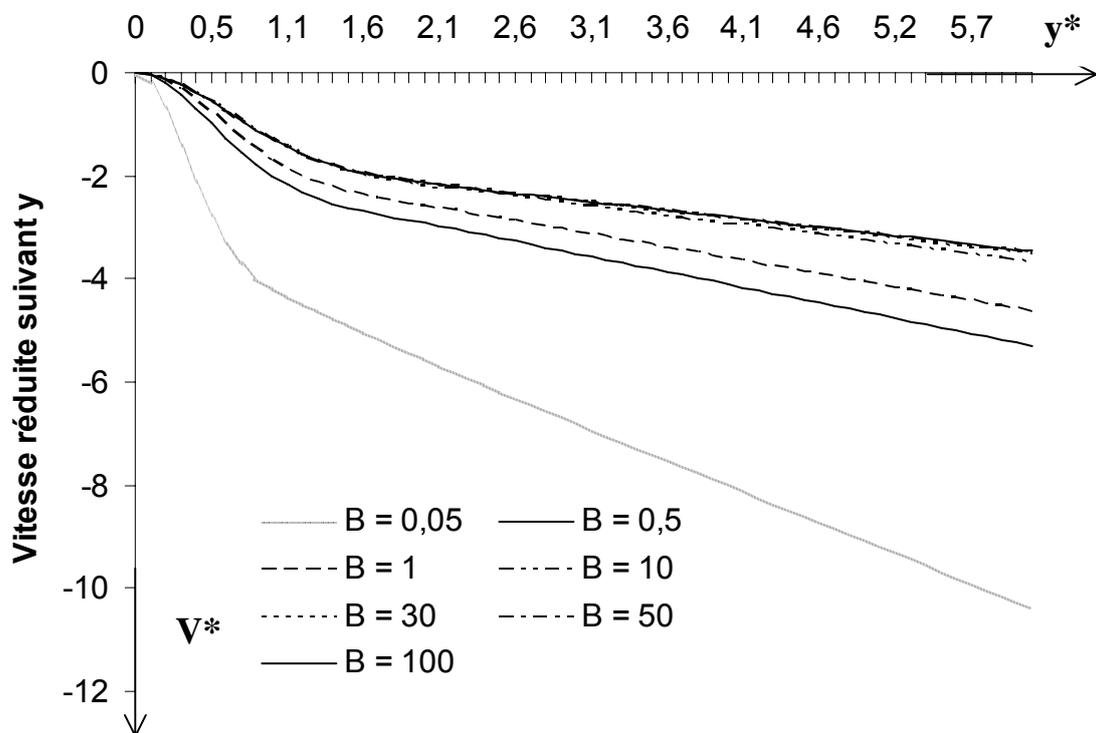


Figure 4.28.d : Variations de V^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 100$ et $x = 30^\circ$.

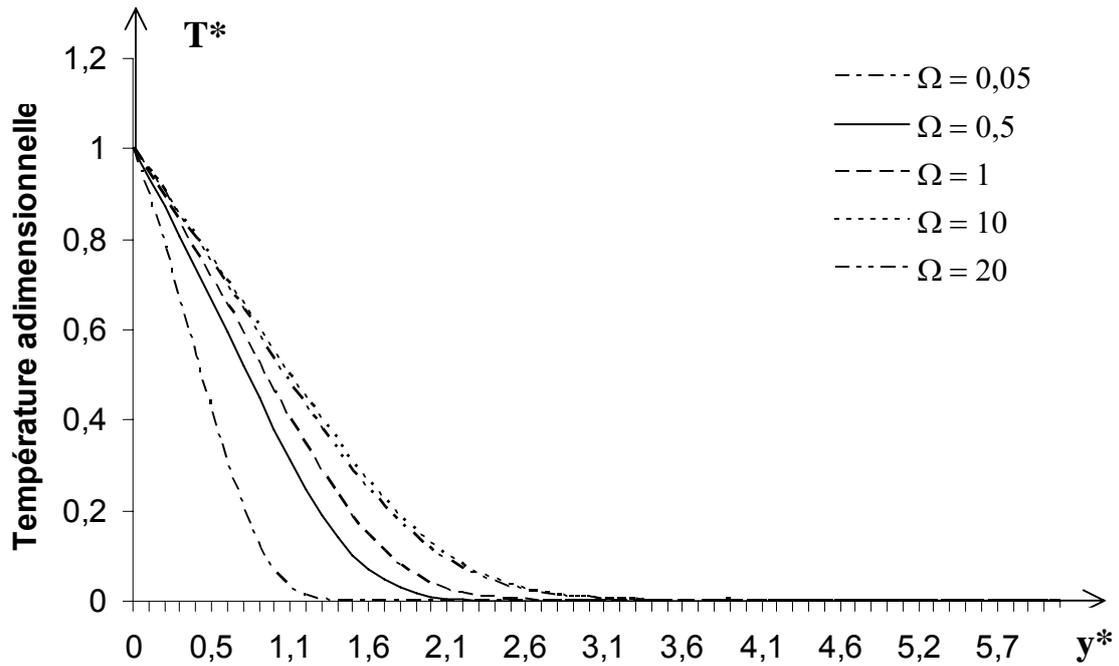


Figure 4.29.a : Variations de T^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de Ω si $B = 1$ et $x = 30^\circ$.

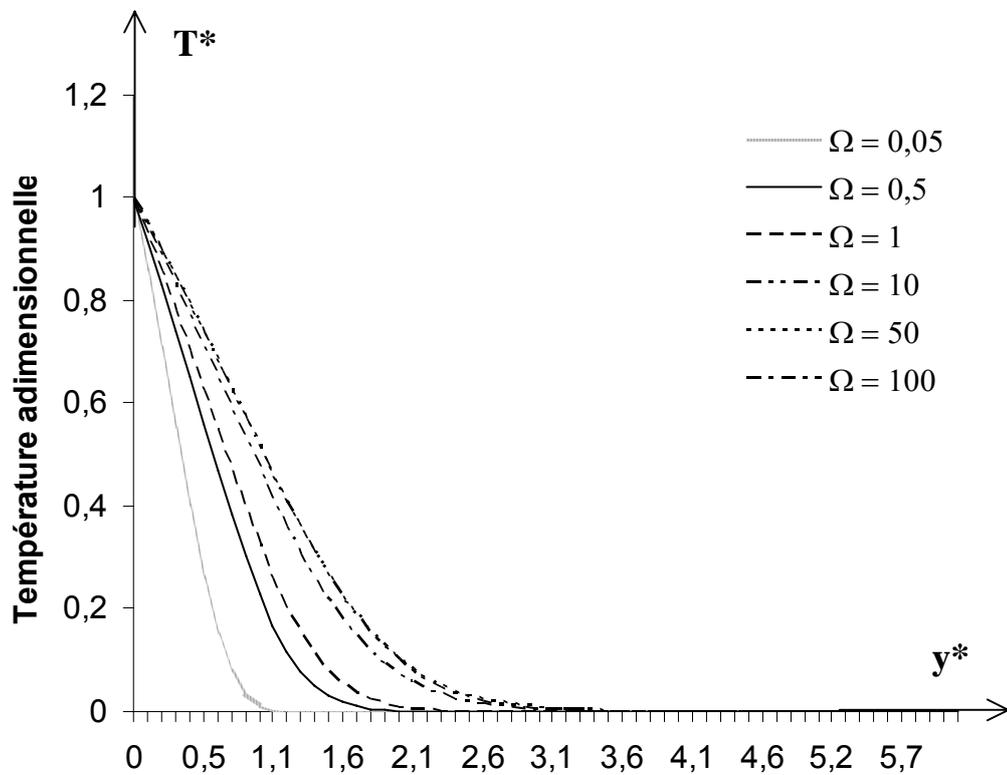


Figure 4.29.b : Variations de T^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de Ω si $B = 100$ et $x = 30^\circ$.

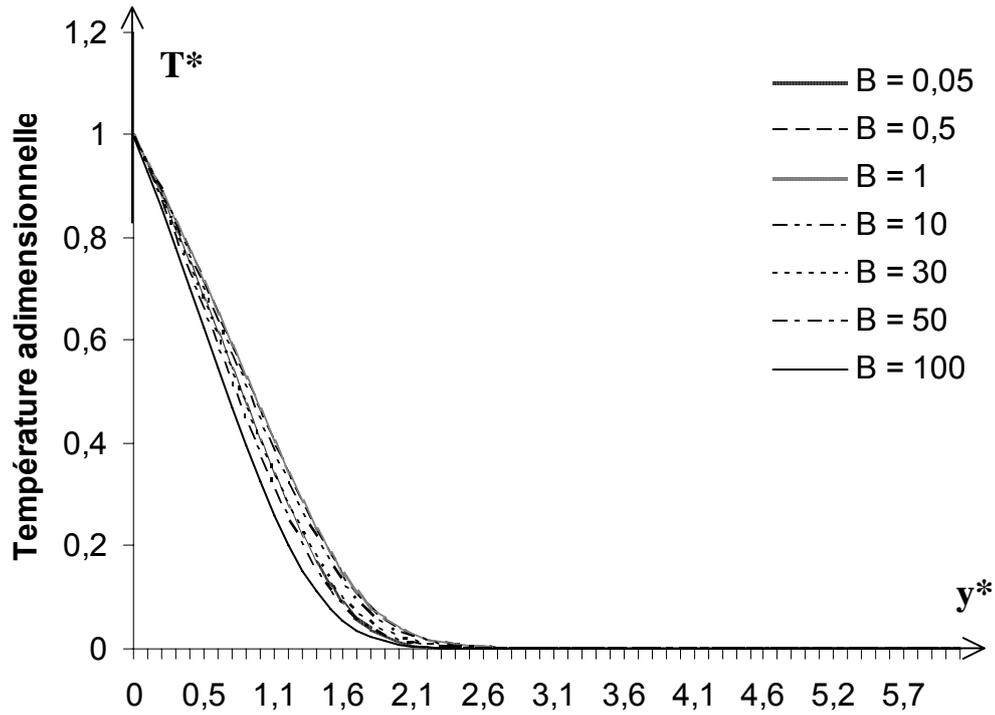


Figure 4.29.c : Variations de T^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de B pour $\Omega = 1$ et $x = 30^\circ$.

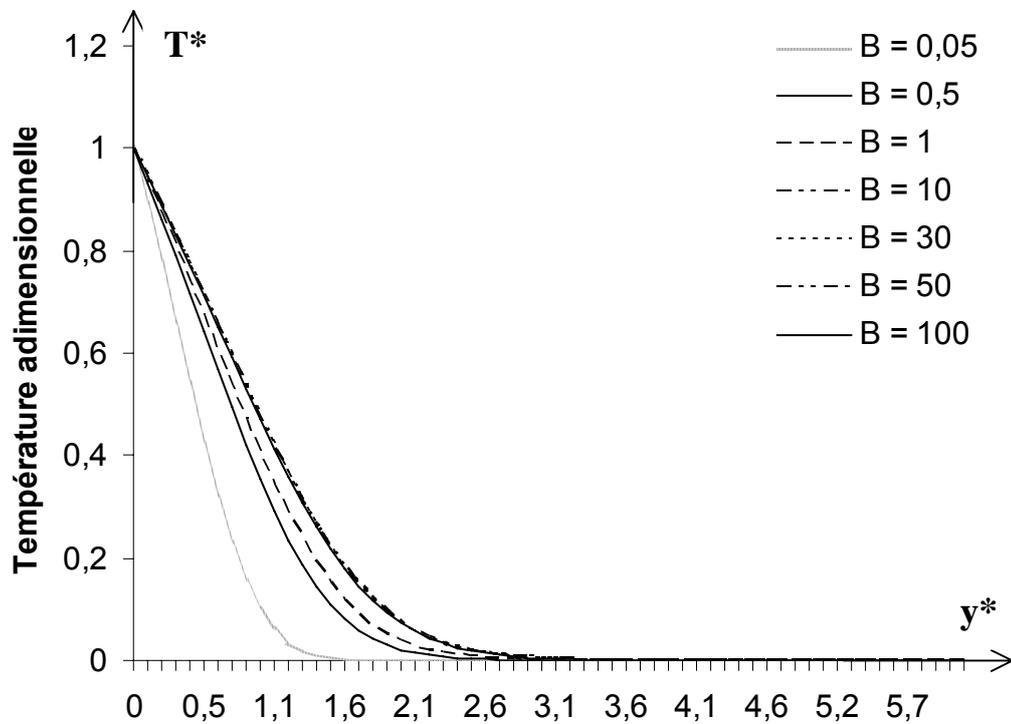


Figure 4.29.d : Variations de T^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 100$ et $x = 30^\circ$.

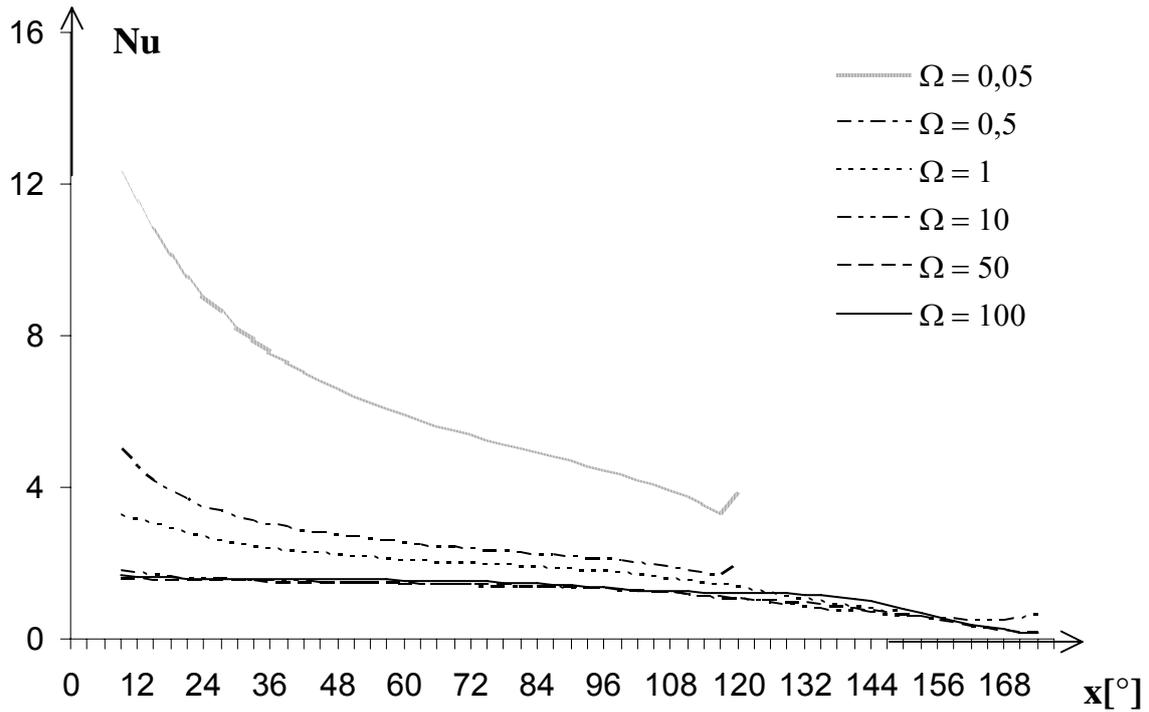


Figure 4.30.a : Variations de Nu en fonction de x, pour différentes valeurs de Ω si $B = 1$.

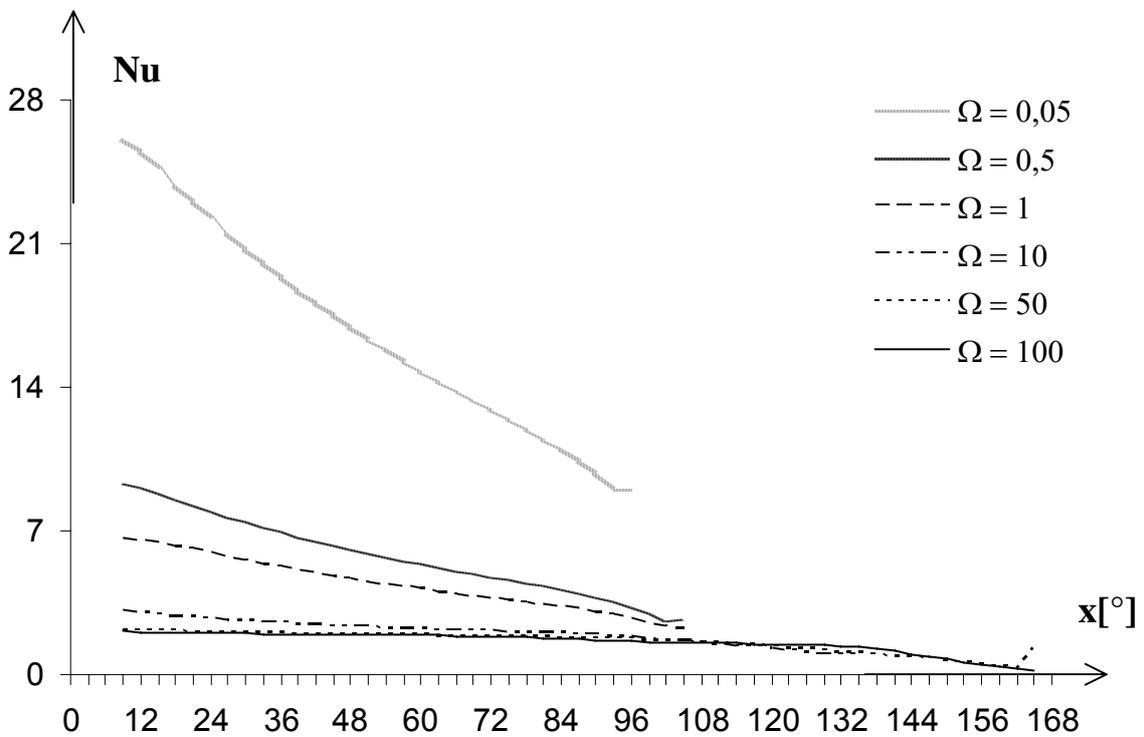


Figure 4.30.b : Variations de Nu en fonction de x, pour différentes valeurs de Ω si $B = 100$.

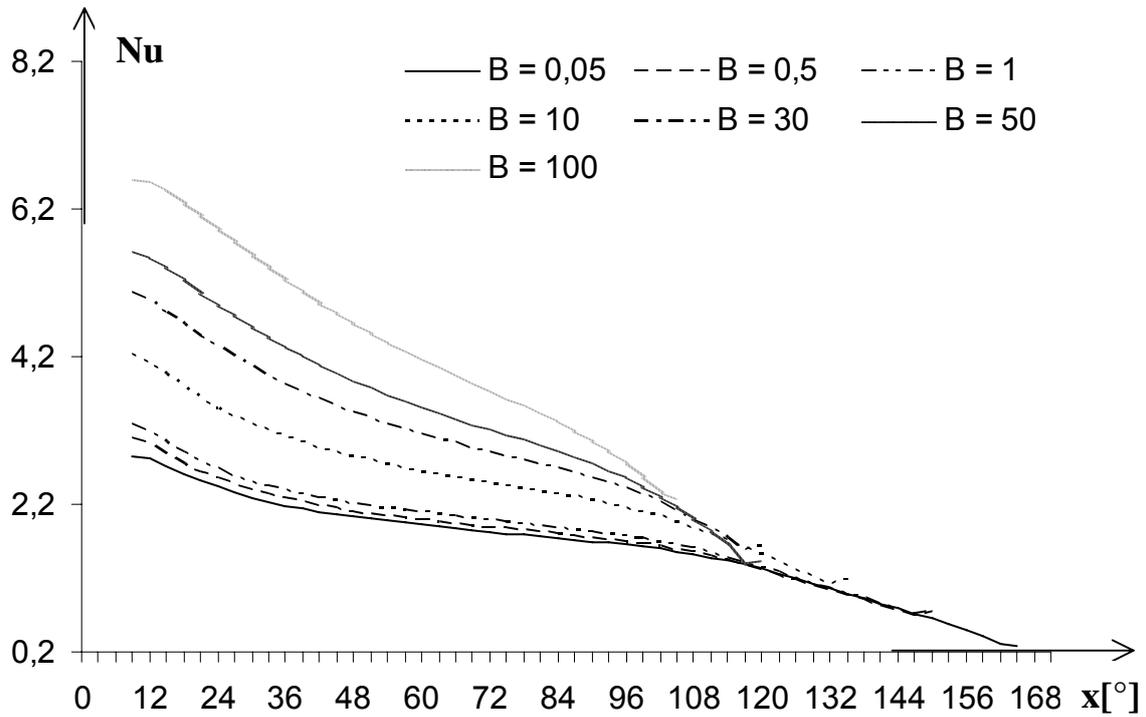


Figure 4.30.c : Variations de Nu en fonction de x, pour différentes valeurs de B pour $\Omega = 1$.

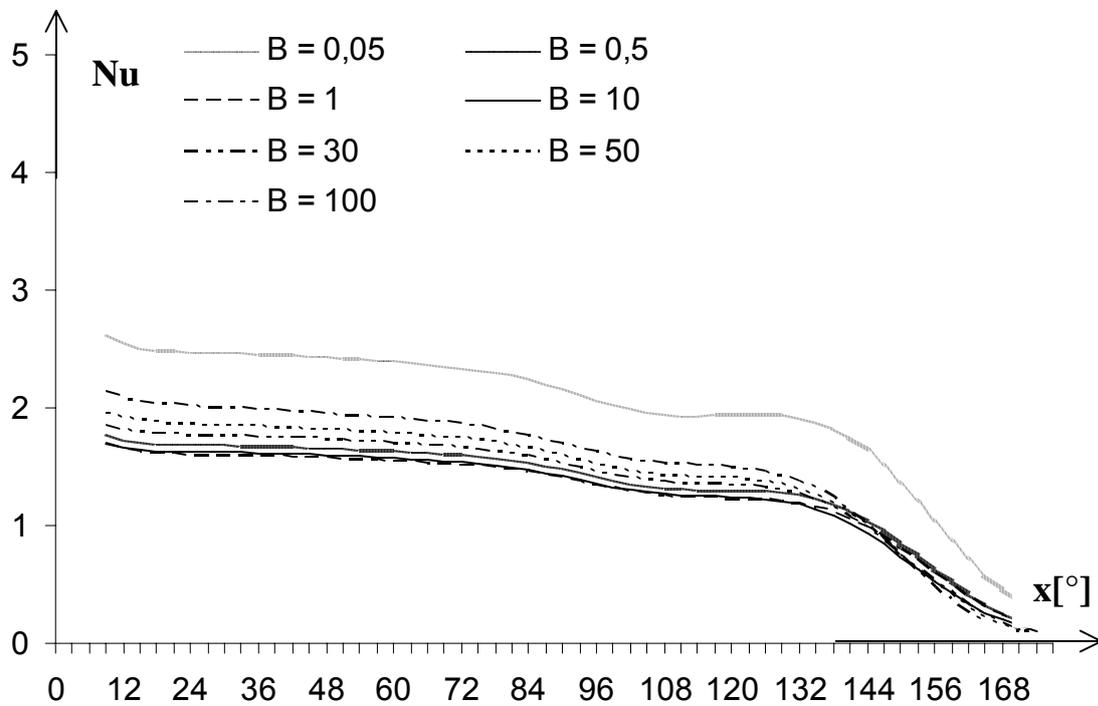


Figure 4.30.d : Variations de Nu en fonction de x, pour différentes valeurs de B si $\Omega = 100$.

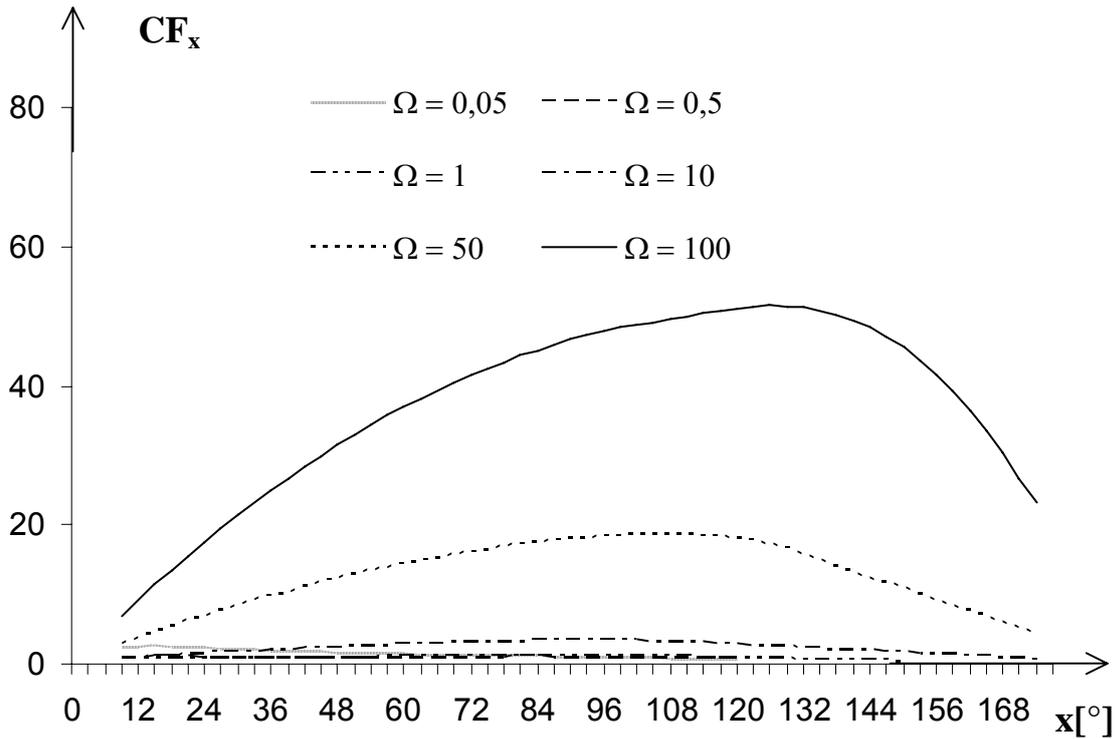


Figure 4.31.a : Variations de CF_x en fonction de x , pour différentes valeurs de Ω si $B = 1$.

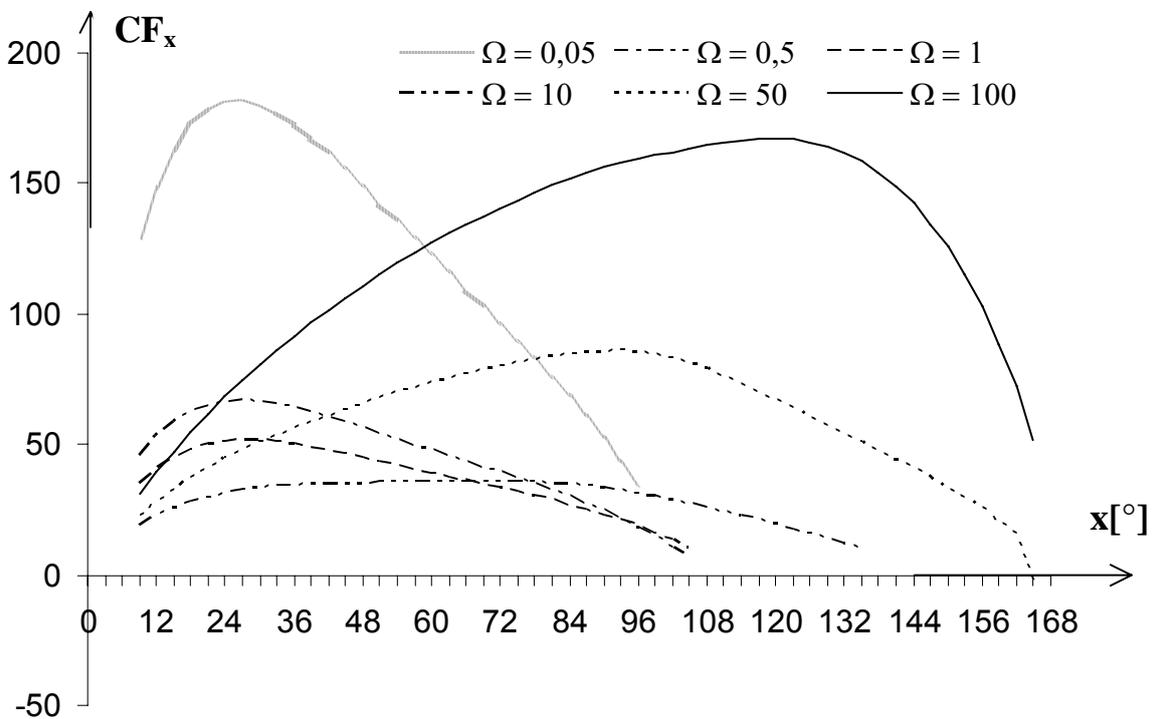


Figure 4.31.b : Variations de CF_x en fonction de x , pour différentes valeurs de Ω pour $B = 100$.

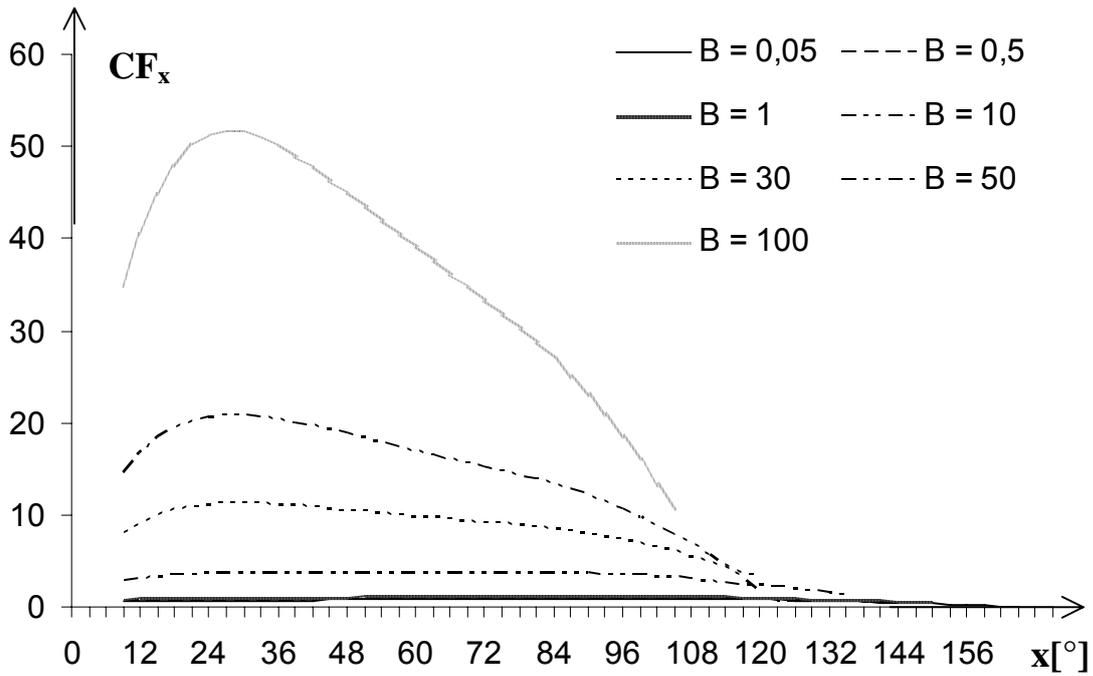


Figure 4.31.c : Variations de CF_x en fonction de x , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 1$.

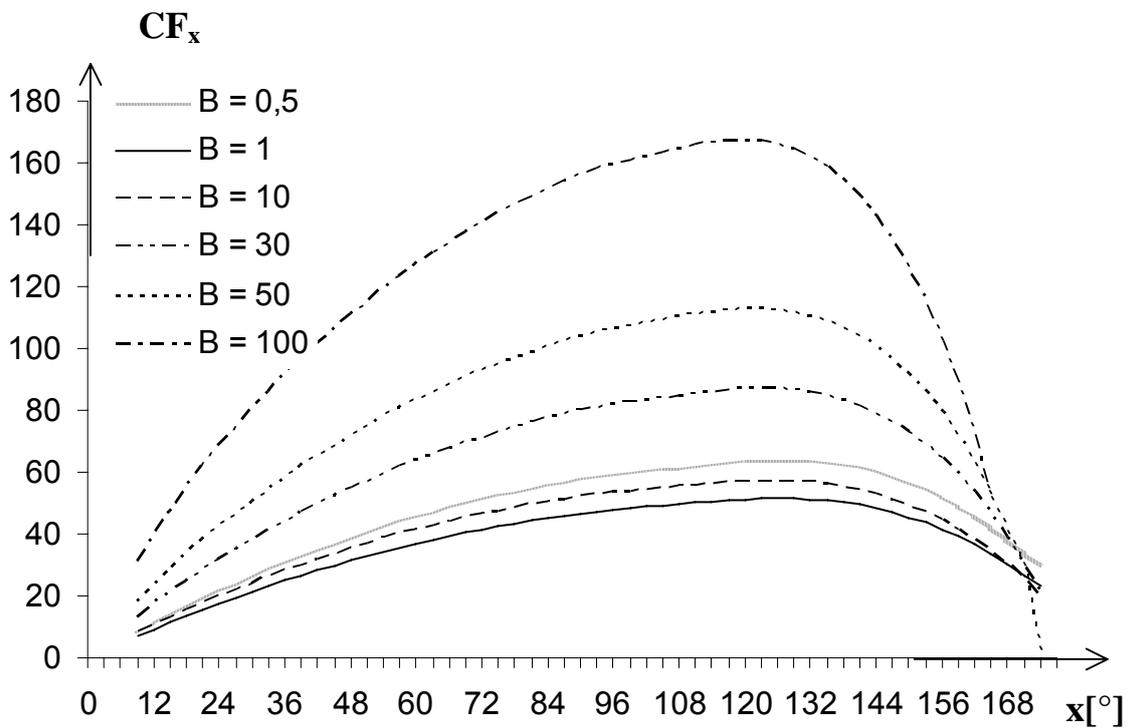


Figure 4.31.d : Variations de CF_x en fonction de x , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 100$.

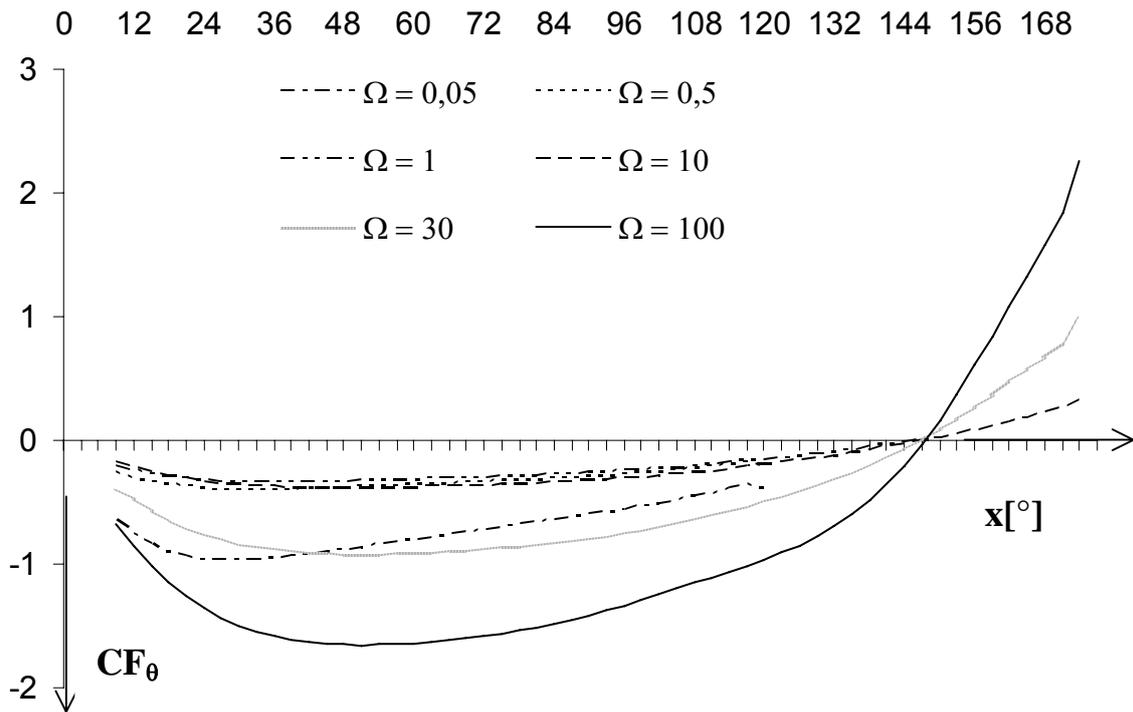


Figure 4.32.a : Variations de CF_θ en fonction de x , pour différentes valeurs de Ω si $B = 1$.

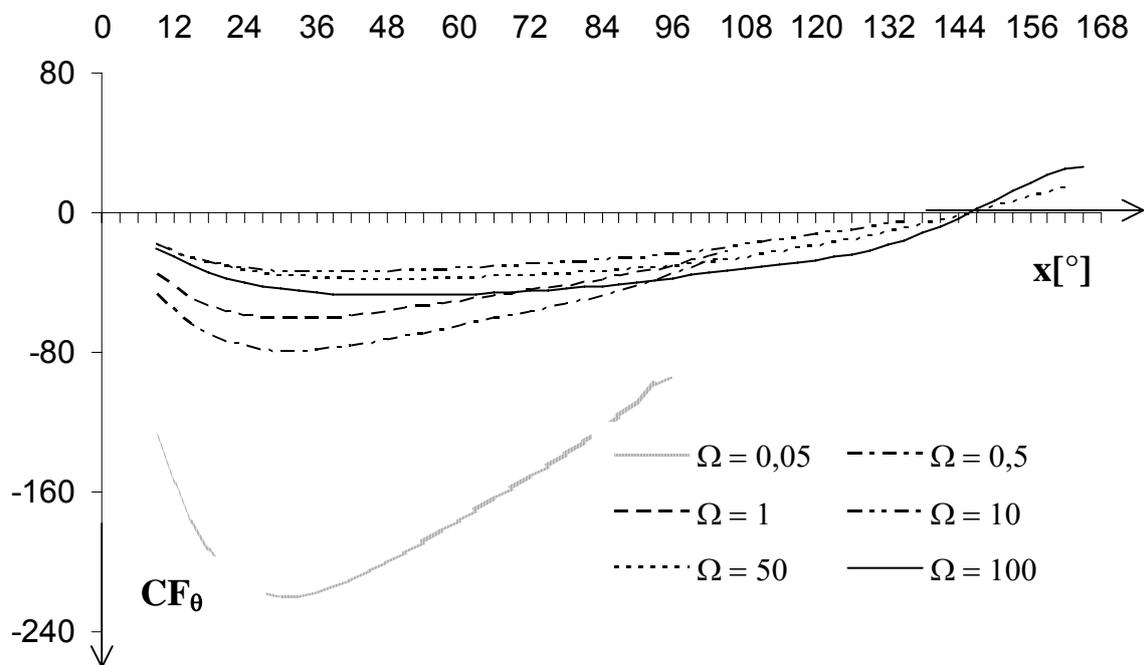


Figure 4.32.b : Variations de CF_θ en fonction de x , pour différentes valeurs de Ω si $B = 100$.

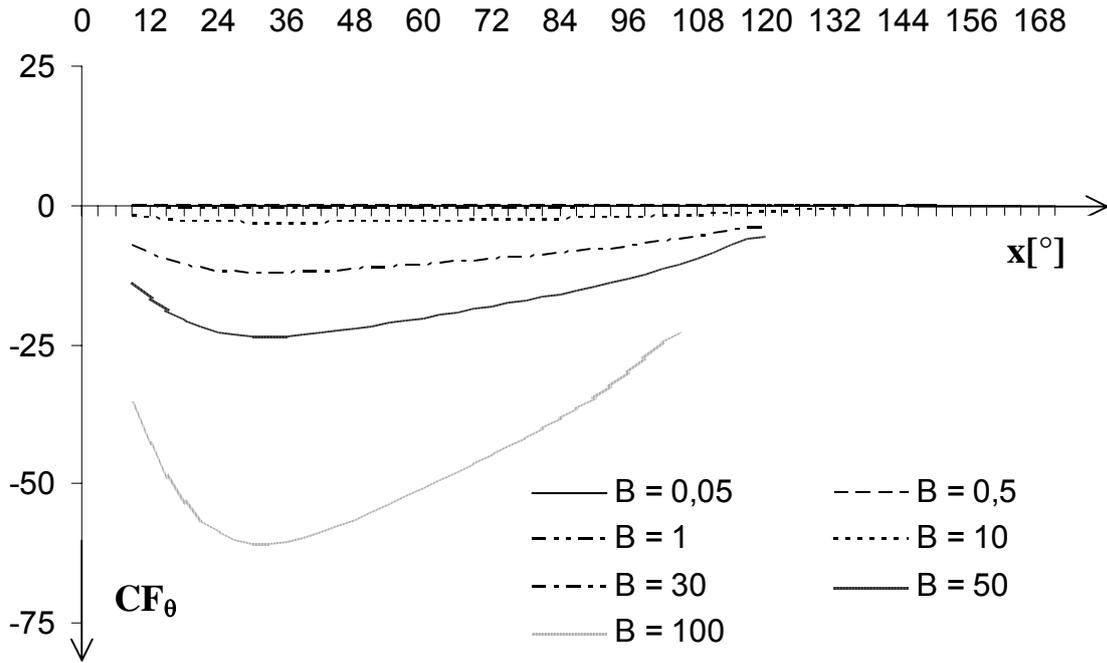


Figure 4.32.c : Variations de CF_θ en fonction de x , pour différentes valeurs de B pour $\Omega = 1$.

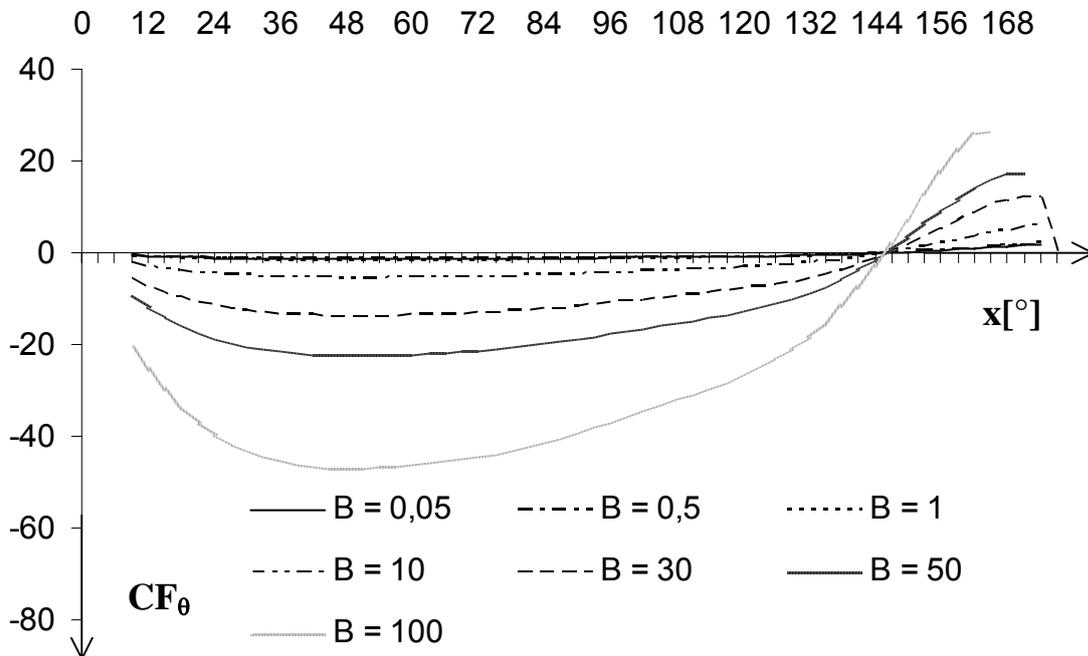


Figure 4.32.d : Variations de CF_θ en fonction de x , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 100$.

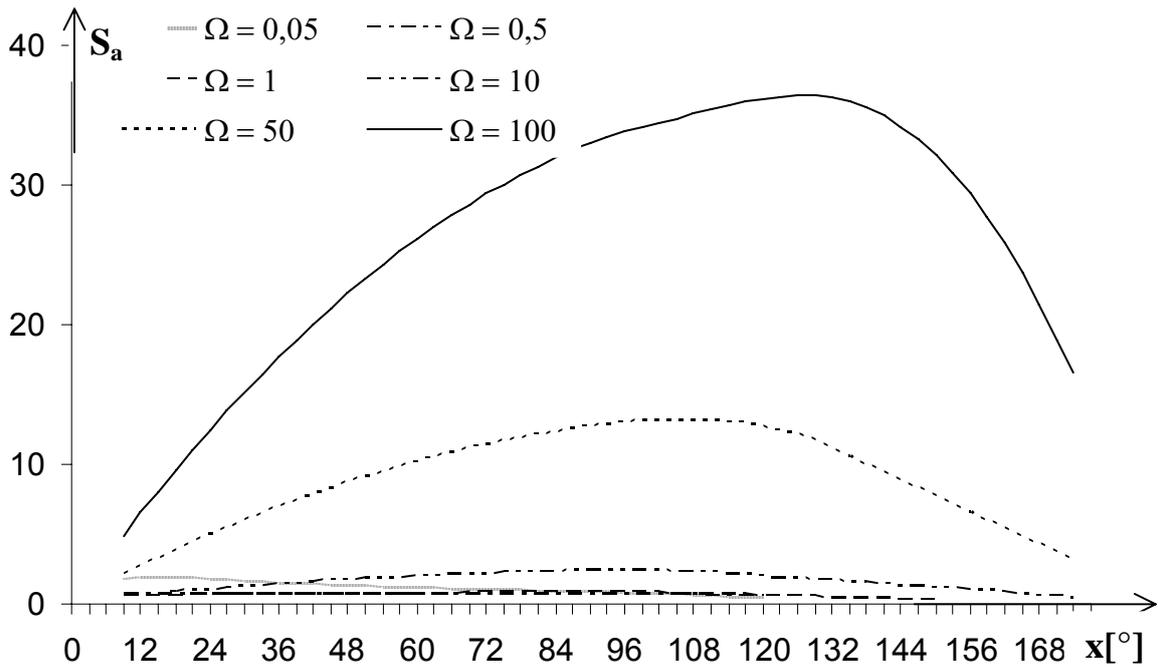


Figure 4.33.a : Variations de S_a en fonction de x , pour différentes valeurs de Ω pour $B = 1$.

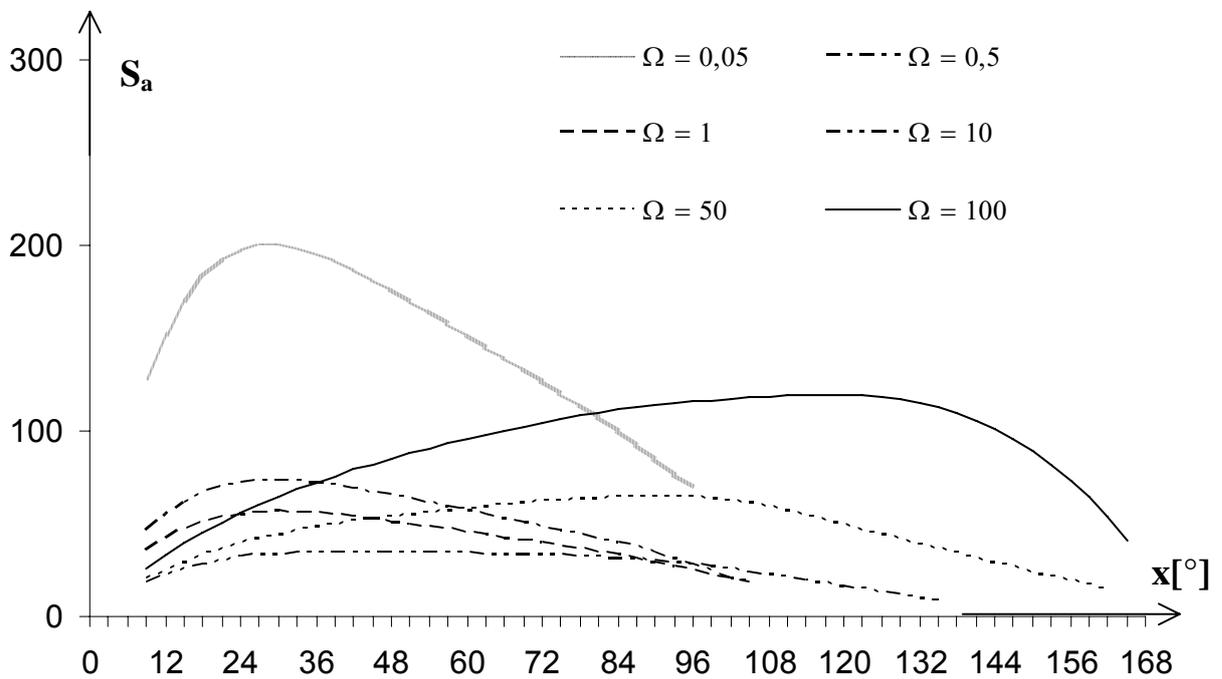


Figure 4.33.b : Variations de S_a en fonction de x , pour différentes valeurs de Ω si $B = 100$.

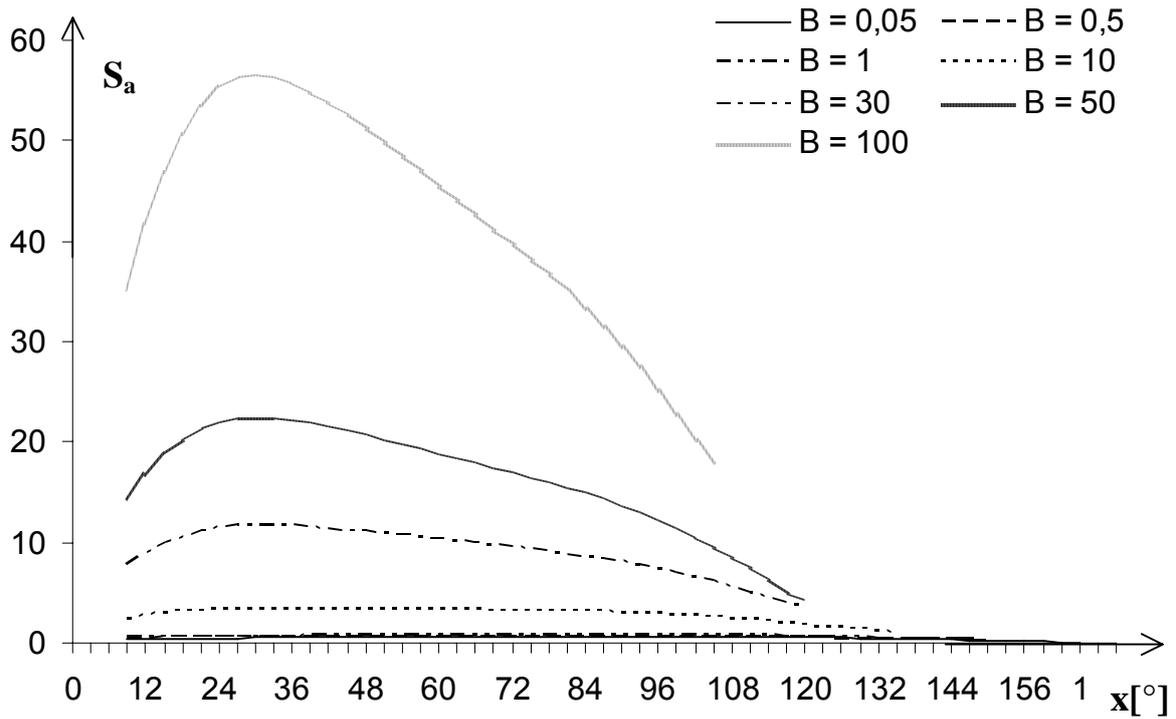


Figure 4.33.c : Variations de S_a en fonction de x , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 1$.

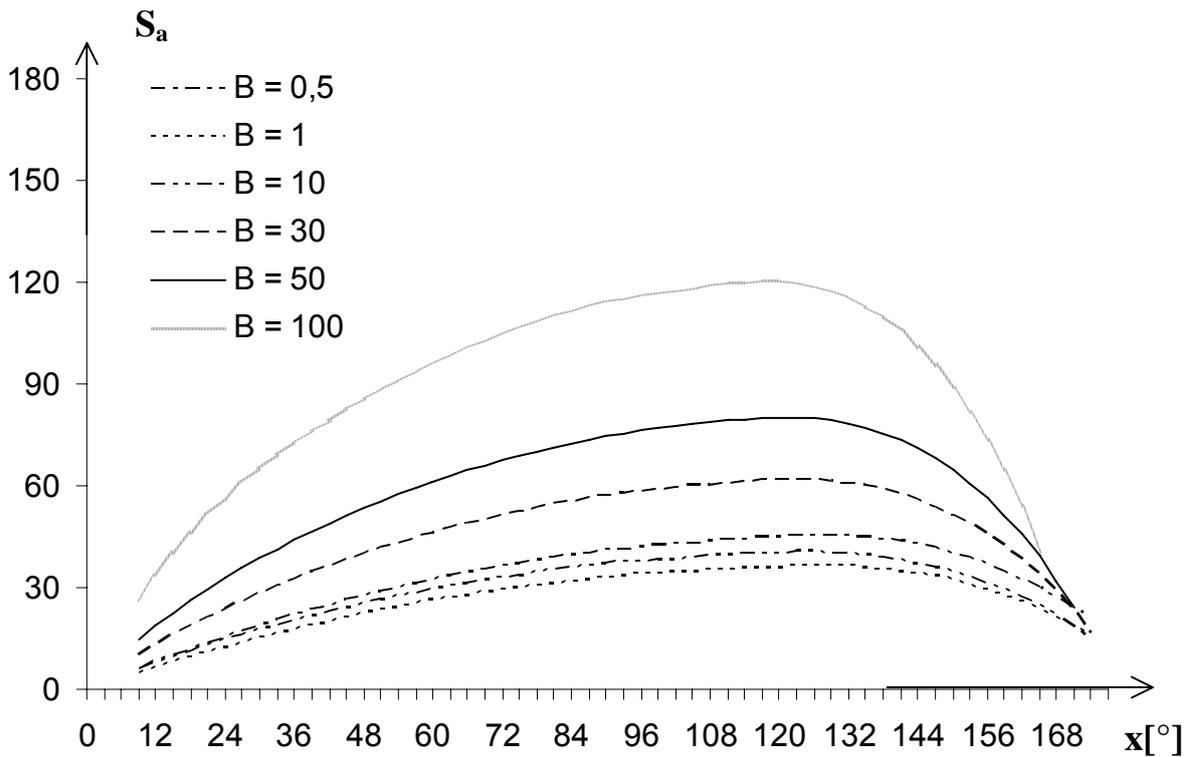


Figure 4.33.d : Variations de S_a en fonction de x , pour différentes valeurs de B si $\Omega = 100$.

4.5 Cas général des ellipsoïdes.

A ce sujet, dans cette partie est examinée l'influence du paramètre R sur toutes les grandeurs physiques. Trois cas des ellipsoïdes sont à considérer comme l'indique la figure 4.34.

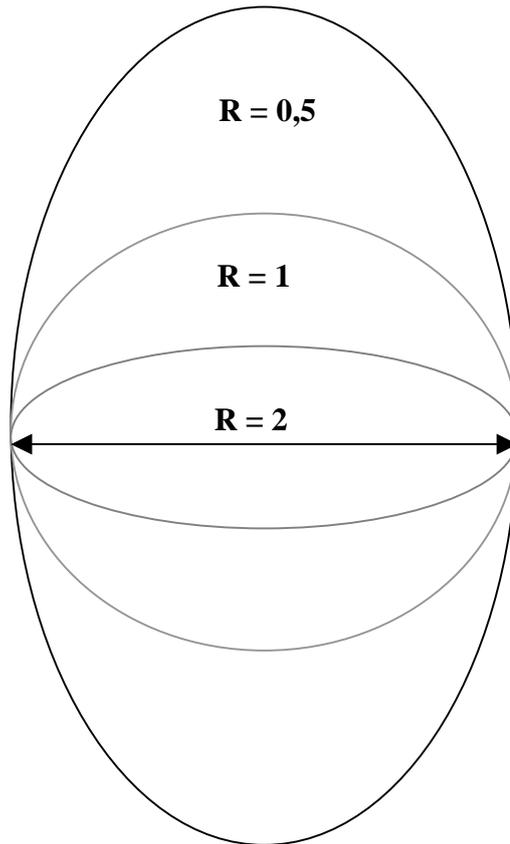


Figure 4.34 : Corps étudiés : cas de l'ellipsoïde aplati ($R = 2$) et cas de la sphère ($R = 1$), et enfin cas de l'ellipsoïde allongé ($R = 0,5$).

La longueur caractéristique L est le demi axe horizontal de ces corps dont les dimensions sont données en annexe 2.

4.5.1 Convection forcée axiale pure.

La figure 4.35 montre les variations de $1/2CF_xRe_\infty^{1/2}$ en fonction de x , pour différentes valeurs de R . Nous constatons, pour les cas $R = 1$ et $R = 2$, que les deux courbes commencent par augmenter, passent par un maximum, puis diminuent rapidement. L'augmentation est plus

forte que l'ellipsoïde est aplati ce qui résulte des variations plus fortes de la vitesse extérieure de la couche limite entre le pôle et l'équateur. En outre, le maximum de la courbe s'effectue à des abscisses plus grandes quand R croît.

La figure 4.36 représente les variations de $NuRe_\infty^{-1/2}$ en fonction de x , pour les trois cas. Il résulte que cette quantité croît légèrement, puis atteint un maximum au voisinage de $x = 80^\circ$, avant de décroître pour le cas de l'ellipsoïde aplati. Cette situation est provoquée par la forte variation de la vitesse à la frontière de la couche limite. En outre, l'influence de x réduit ce nombre pour les autres cas.

La figure 4.37 schématise les variations de T^* en fonction de y^* pour différentes valeurs de R et $x = 30^\circ$. Il en ressort que la masse du fluide refroidit quand le corps est sphérique.

Sur les figures 4.38 et 4.40, les variations de U^* et V^* en fonction de y^* sont tracées pour différentes valeurs de R et $x = 30^\circ$. Il en résulte que, pour U^* , la condition à la limite ou y tend vers ∞ dépend de la configuration géométrique considérée, tandis que la longueur de la couche limite hydrodynamique augmente, quand R diminue et l'apport des matières réactives devient plus intensif. En outre, V^* annonce une fonction parabolicoïde négative suivant y^* .

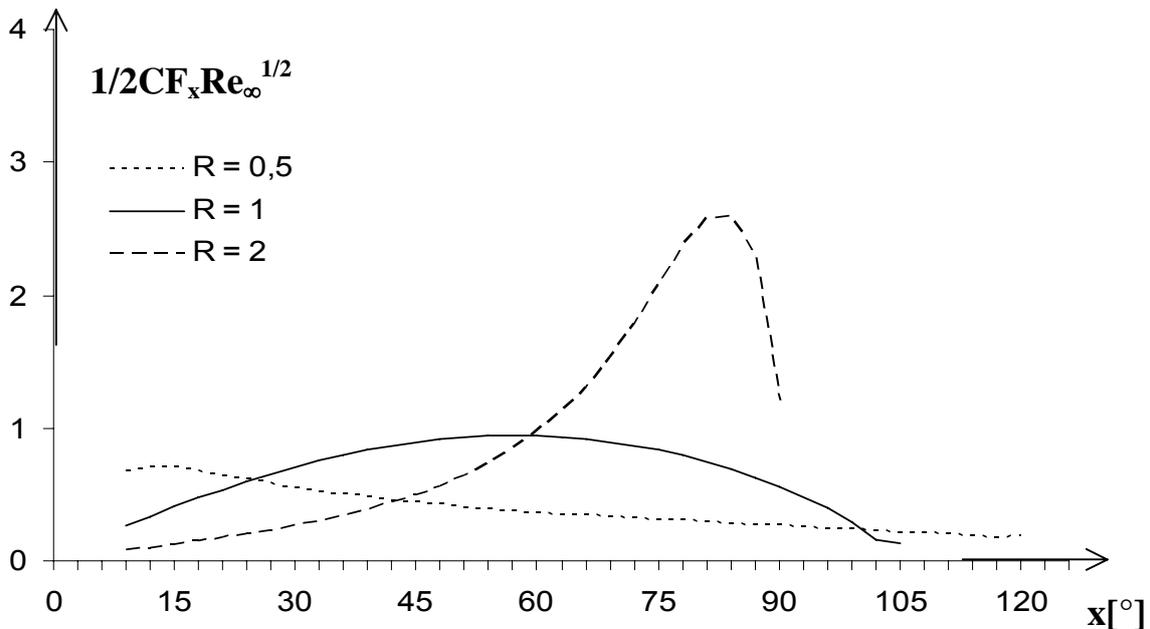


Figure 4.35 : Variations de $1/2CF_x Re_\infty^{1/2}$ en fonction de x .

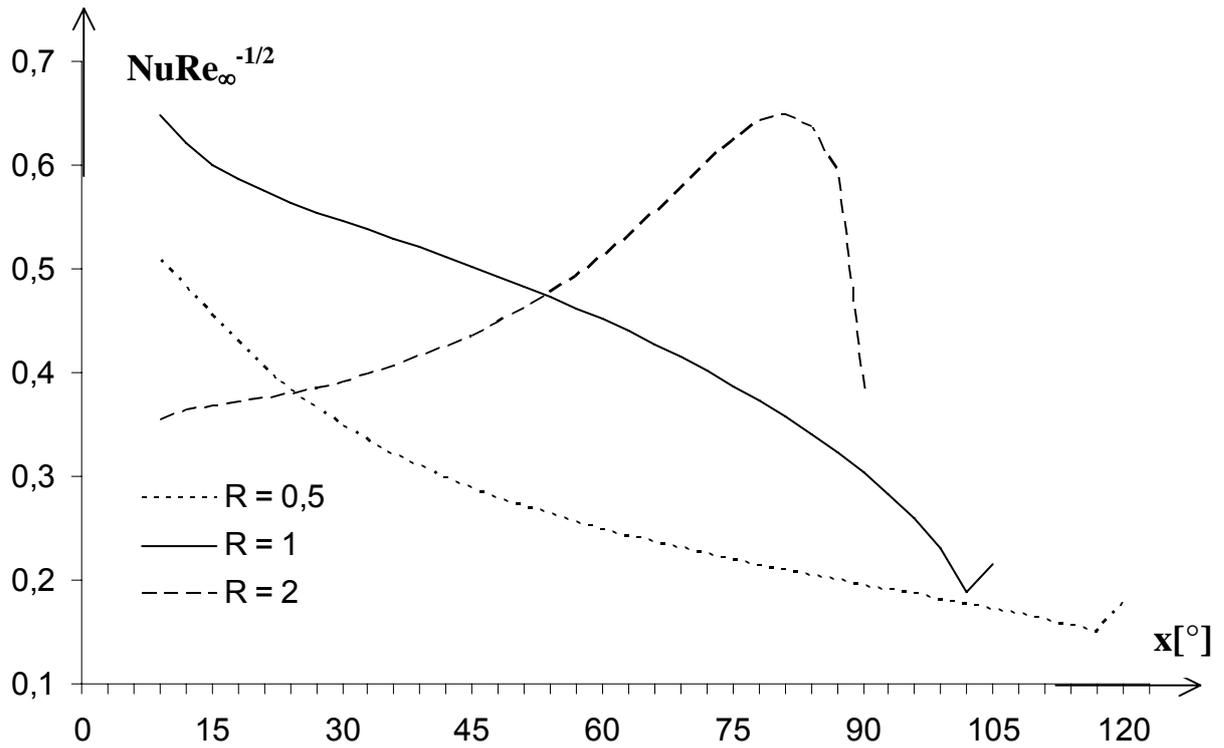


Figure 4.36 : Variations de $NuRe_\infty^{-1/2}$ en fonction de x .

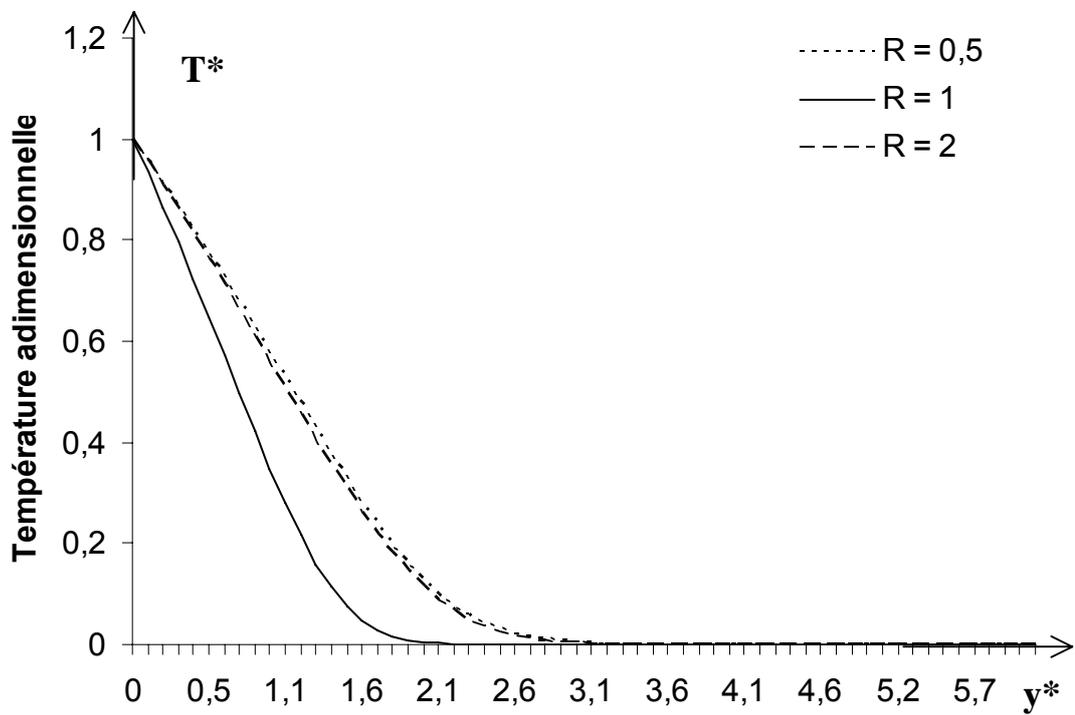


Figure 4.37 : Variations de T^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$.

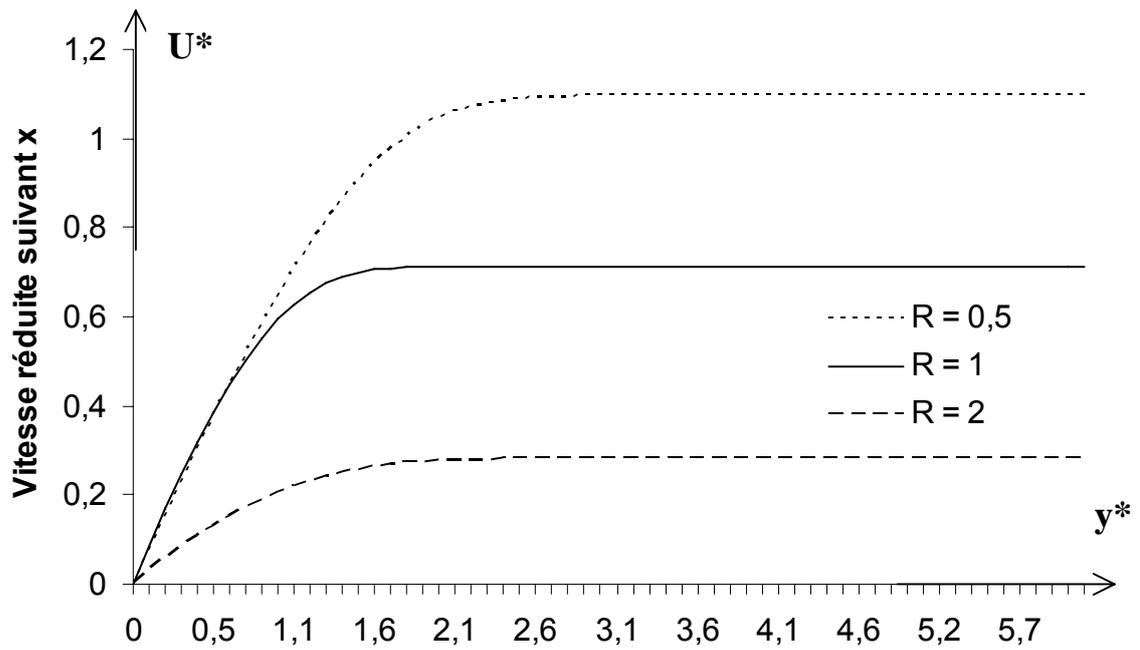


Figure 4.38 : Variations de U^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$.

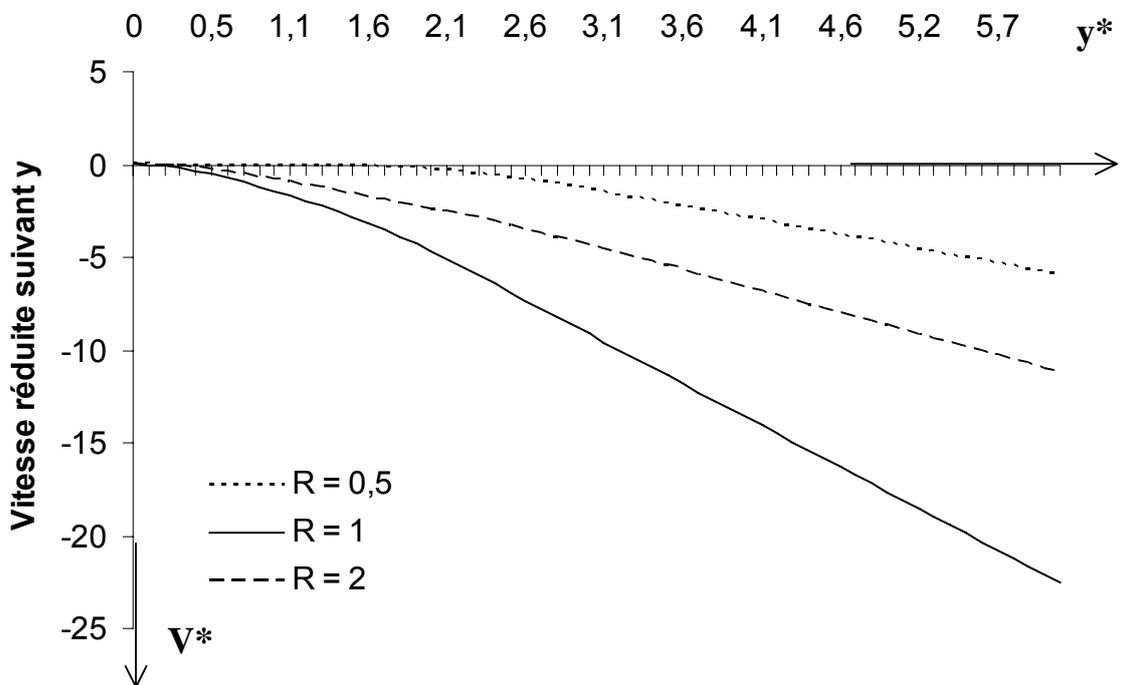


Figure 4.39 : Variations de V^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$.

4.5.2 Convection naturelle pure.

La figure 4.40 schématise les variations de $NuGr^{-1/4}$ en fonction de x pour différentes valeurs de R . Il en résulte que cette quantité est une fonction décroissante jusqu'à une certaine valeur de x où le décollement de la couche limite commence.

La figure 4.41 qui illustre les variations de T^* en fonction de y^* pour différentes valeurs de R et $x = 30^\circ$, montre que la masse du fluide est plus chaude quand R diminue. Pour le cas de la sphère et de l'ellipsoïde aplati, elle reste la même température. En effet, l'évolution des réactions en phase gazeuse est la même.

Les figures 4.42 et 4.43 représentent les profils des fonctions U^* et V^* pour différentes valeurs de R et $x = 30^\circ$. Nous remarquons que U^* passe par un maximum au voisinage de $y^* = 1,4$ à partir d'une valeur nulle pour les trois cas. En effet, cette zone est fortement influencée par les forces de gravité. Mais V^* présente un point d'inflexion et admet une asymptote horizontale. De plus, U^* et V^* augmentent, quand le paramètre R diminue.

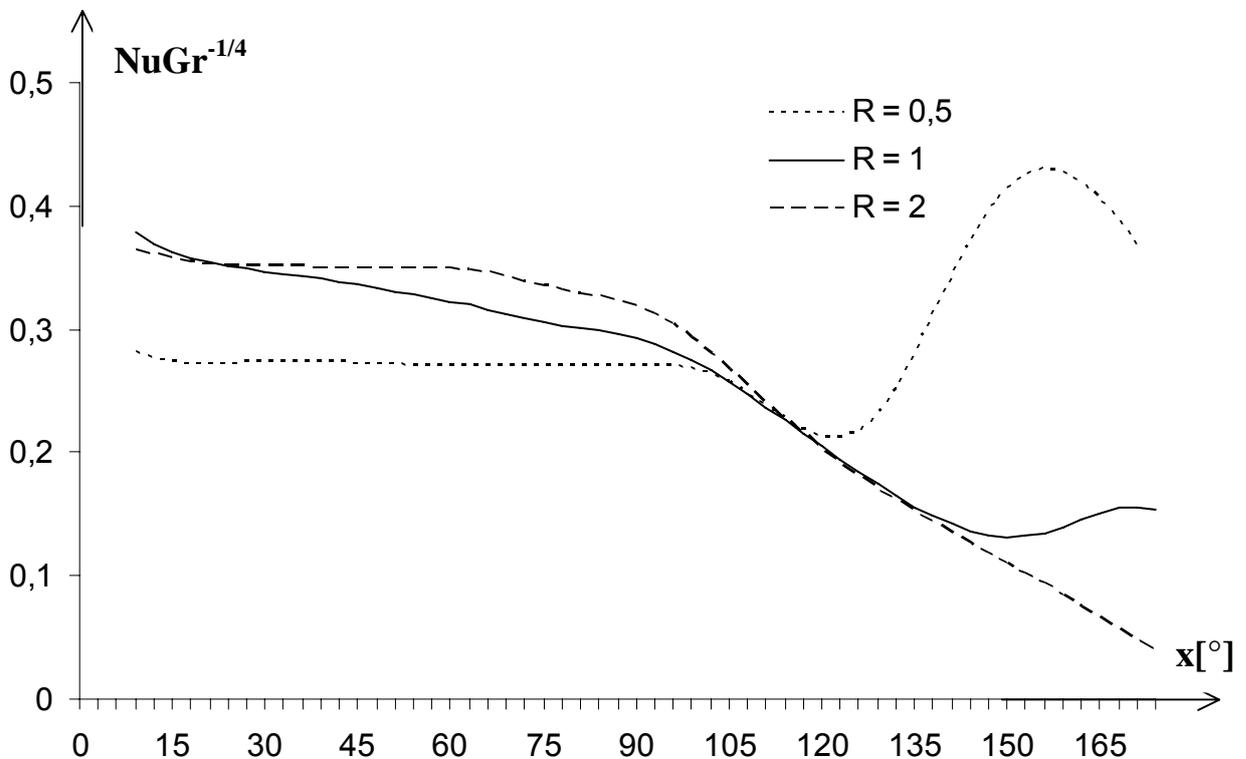


Figure 4.40 : Variations de $NuGr^{-1/4}$ en fonction de x .

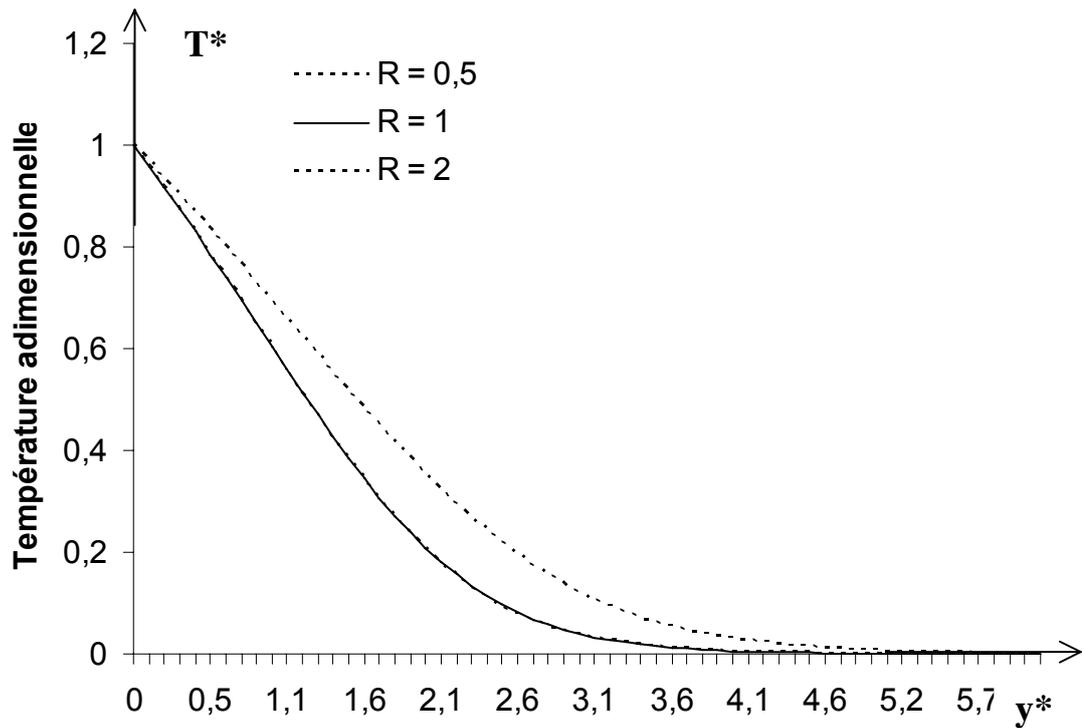


Figure 4.41 : Variations de T^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$.

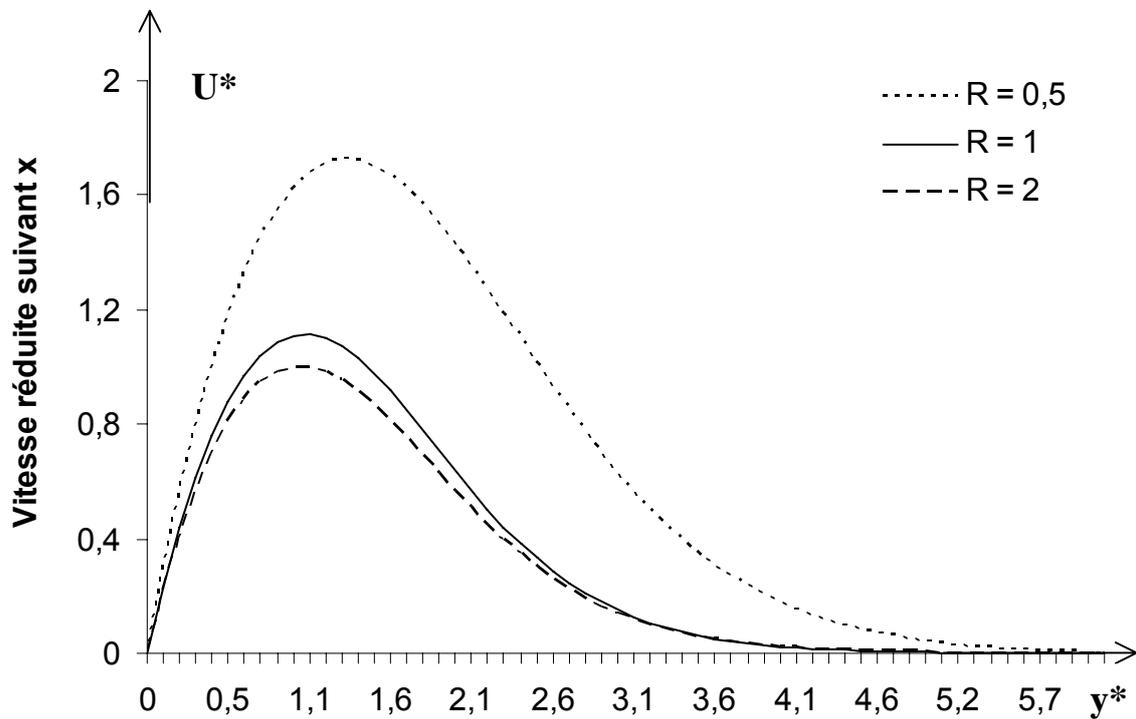


Figure 4.42 : Variations de U^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$.

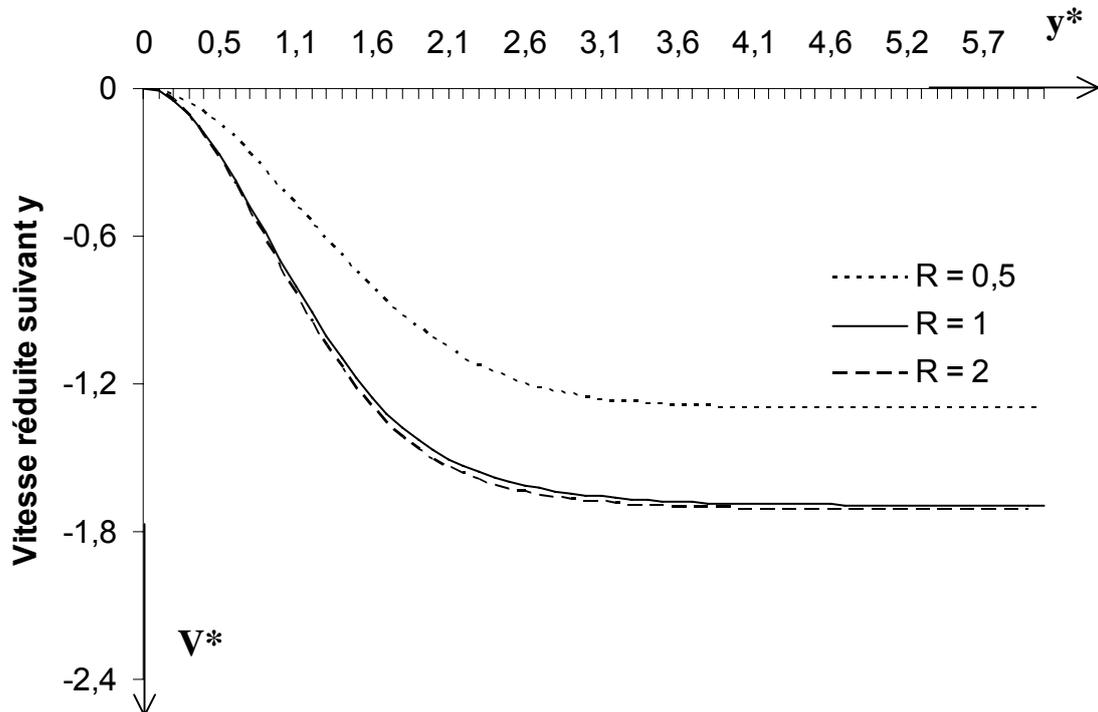


Figure 4.43 : Variations de V^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$.

4.5.3 Convection rotatoire pure.

La figure 4.44 représente les variations de $NuRe_\omega^{-1/2}$ en fonction de x , pour différentes valeurs de R . Nous constatons que le transfert de chaleur augmente, quand le corps est sphérique pour $x \leq 50^\circ$. A partir de cette valeur, Nu croît avec R .

Les figures 4.45 et 4.46 montrent les variations de T^* et W^* en fonction de y^* , pour différentes valeurs de R et $x = 30^\circ$. Il résulte que la masse du fluide devient plus chaude, quand les corps ne sont pas sphériques ; tandis que pour W^* , la longueur de la couche limite hydrodynamique demeure la même pour les ellipsoïdes et plus petite dans le cas de la sphère.

La figure 4.47 montre les comportements de U^* pour différentes valeurs de R et $x = 30^\circ$. Il est observé pour les trois géométries que les courbes partent d'une valeur nulle, passent par un maximum et reprennent la valeur nulle ; ce qui signifie que le fluide au voisinage de la paroi est entraîné par le mouvement du solide.

La figure 4.48 schématise les variations de V^* en fonction de y^* pour les trois cas et $x = 30^\circ$. Nous constatons que les trois courbes donnent les mêmes allures, ce qui signifie que le paramètre R ne marque plus beaucoup d'influence sur V^* . En outre, la courbe présente un point d'inflexion et admet une asymptote horizontale quand le corps devient aplati.

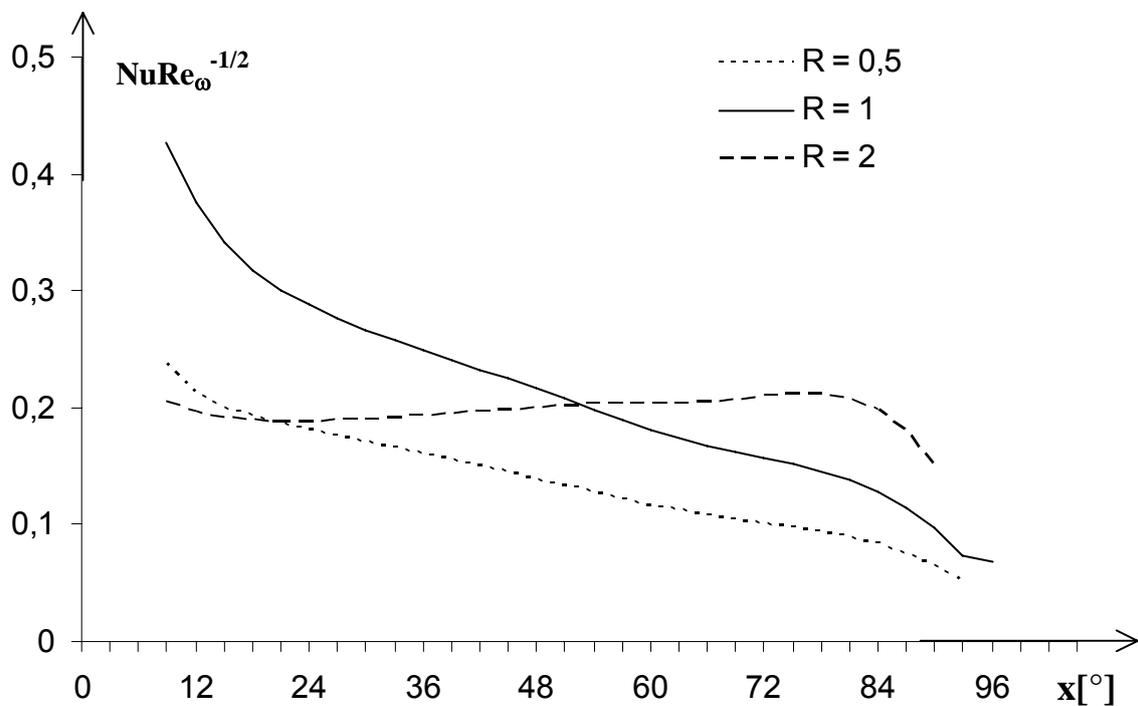


Figure 4.44 : Variations de $NuRe_\omega^{-1/2}$ en fonction de x .

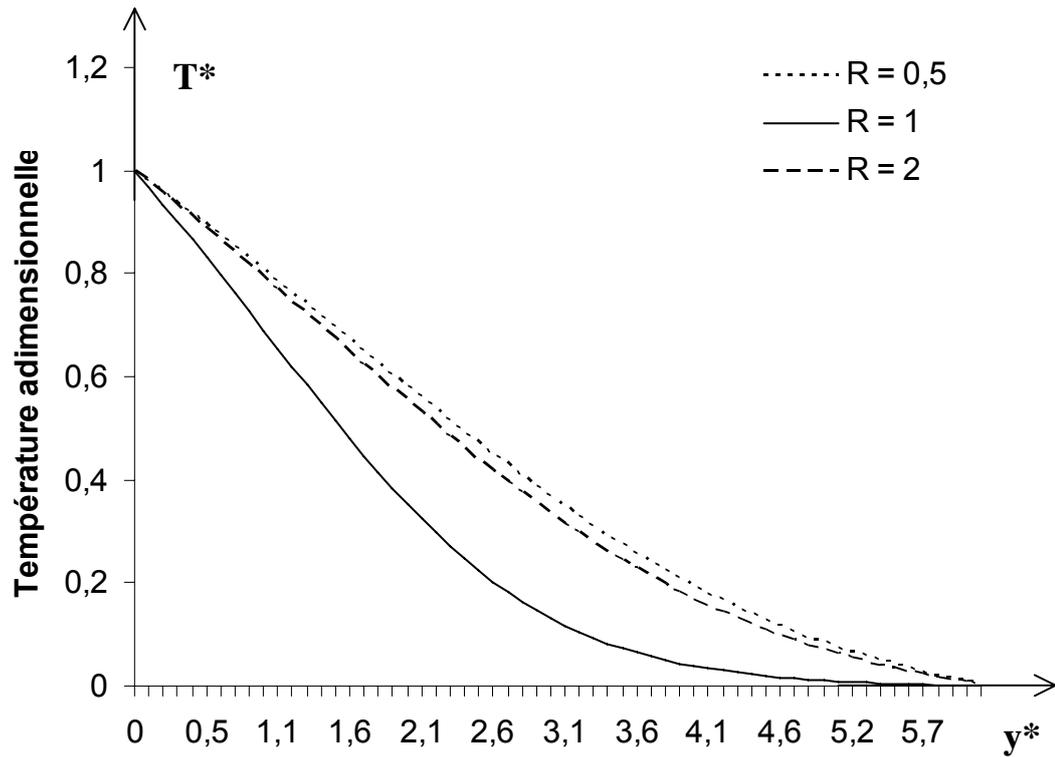


Figure 4.45 : Variations de T^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$.

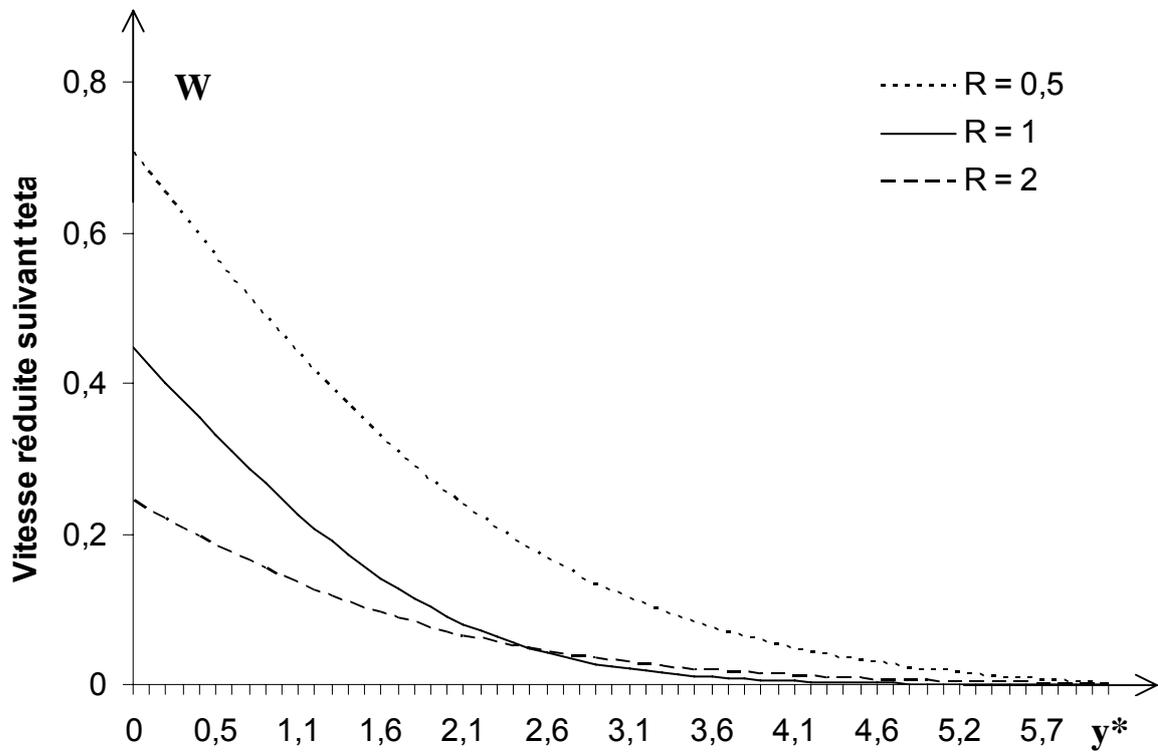


Figure 4.46 : Variations de W^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$.

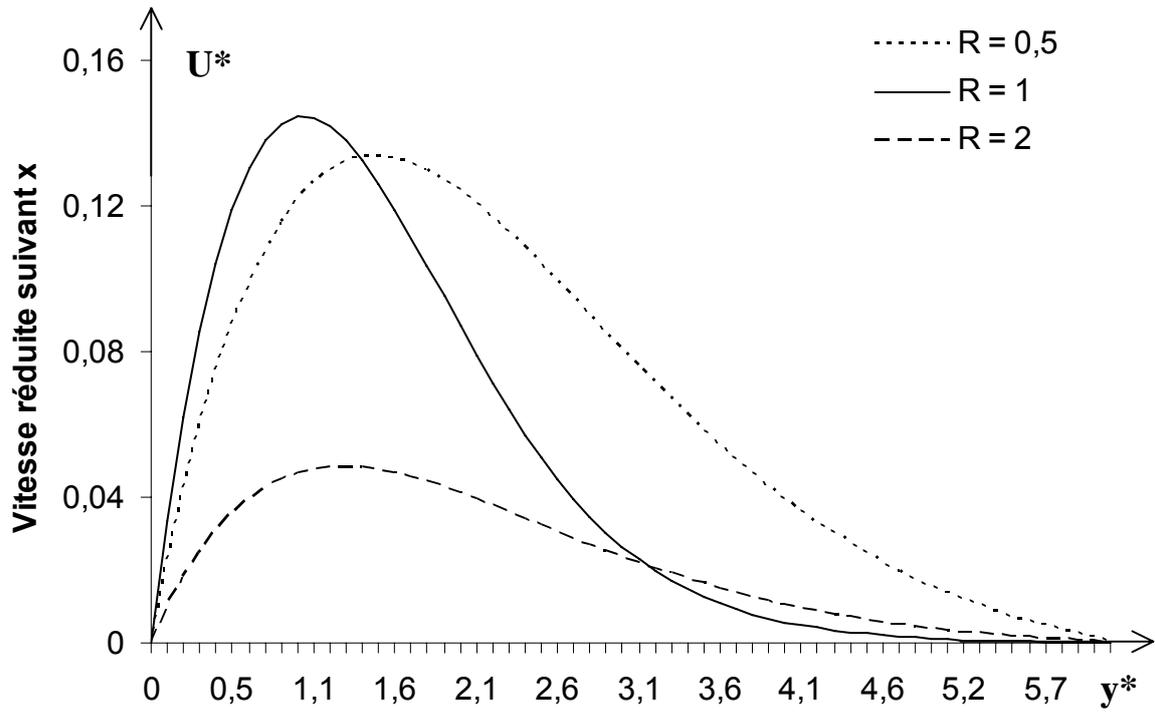


Figure 4.47 : Variations de U^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$.

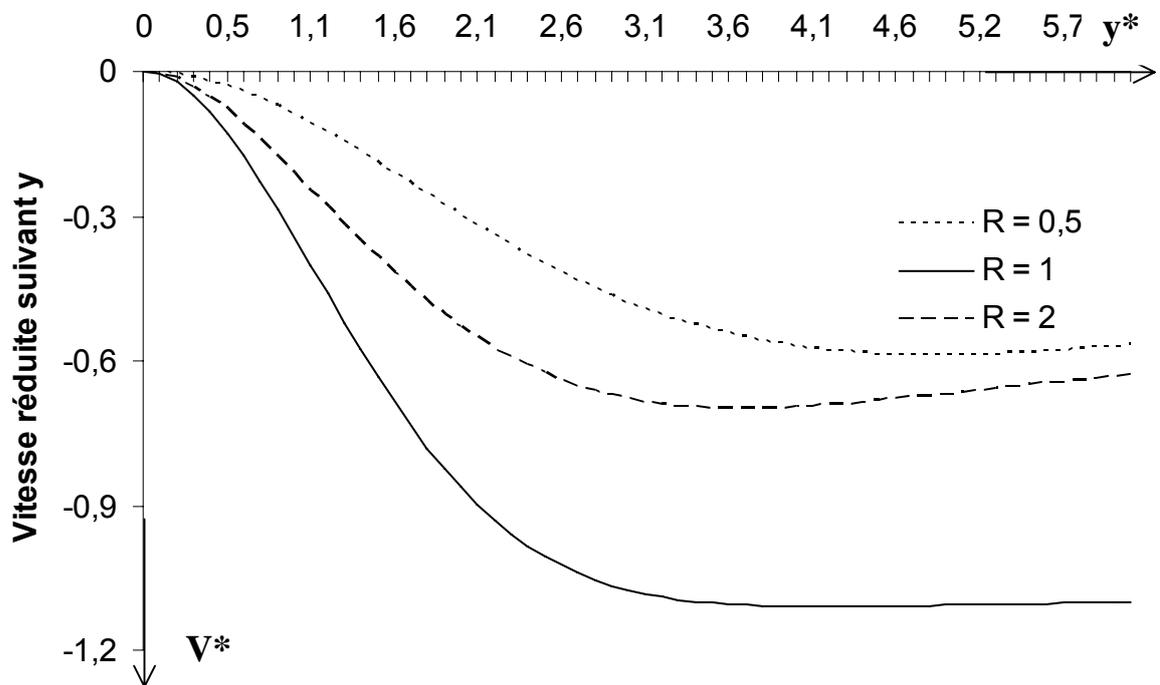


Figure 4.48 : Variations de V^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$.

4.5.4 Coexistence de trois convections

Nous avons adopté la même procédure que celle du paragraphe 4.4.3, mais nous avons pris les trois géométries du corps avec les mêmes conditions de calcul pour comparer les résultats entre eux sur une même figure.

Les figures 4.49.a à 4.49.d représentent les variations de U^* en fonction de y^* pour les trois géométries et $x = 30^\circ$. Nous constatons que U^* indique une fonction croissante, et la longueur de la couche limite hydrodynamique augmente, quand le paramètre R diminue. Pour $\Omega = 100$, U^* passe par un maximum parce que la masse du fluide subit une convection naturelle au voisinage de la paroi. Dans cette zone, l'apport par convection est très important.

Les figures 4.50.a à 4.50.d schématisent les variations de V^* en fonction de y^* pour différentes valeurs de R et $x = 30^\circ$. Il a pu être observé que l'allure des courbes devient semblable deux à deux ; ce qui signifie que le paramètre R ne marque plus beaucoup d'influence sur les comportements de V^* , mais ce dernier dépend uniquement des paramètres Ω et B . Pour $\Omega = 100$, la courbe présente un point d'inflexion et après avoir suivi une partie rectiligne. Dans tous les cas, V^* reste décroissante et négative.

Sur les figures 4.51.a à 4.51.d, les variations de T^* en fonction de y^* sont tracées pour les trois cas et $x = 30^\circ$. Il en résulte que la longueur de la couche limite thermique varie suivant la valeur du paramètre R , mais elle est plus élevée si $\Omega = 100$.

Les figures 4.52.a à 4.52.d représentent les variations de W^* en fonction de y^* pour $x = 30^\circ$. Nous remarquons que les courbes gardent les mêmes allures pour les trois géométries. En outre, W^* est une fonction décroissante, si R croît.

Les figures 4.53.a à 4.53.d montrent les variations de Nu en fonction de x . Nous constatons que l'influence de x réduit Nu quelles que soient les valeurs de R , sauf pour le cas d'ellipsoïde aplati et $\Omega = 1$, Nu croît légèrement et atteint un maximum au voisinage de $x = 75^\circ$, avant de décroître. Pour $\Omega = 100$ et $x \geq 90^\circ$, il apparaît une perturbation due vraisemblablement soit à la proximité du décollement, soit à la turbulence.

Les figures 4.54.a à 4.54.d illustrent les variations de CF_x en fonction de x . Il en résulte que, CF_x est une fonction croissante de x et l'influence de R réduit ce nombre pour $\Omega = 100$. Pour les autres cas, il passe par un maximum. En outre, le point de décollement de la couche limite se rapproche de l'équateur dans le cas $\Omega = 1$.

Les figures 4.55.a à 4.55.d représentent les variations de CF_θ en fonction de x . Nous remarquons que CF_θ croît avec R dans tous les cas et passe par un minimum avant le décollement de la couche limite.

Les figures 4.56.a à 4.56.d montrent les comportements de S_a en fonction de x . Les remarques faites sur les figures 4.54.a à 4.54.d restent valables.

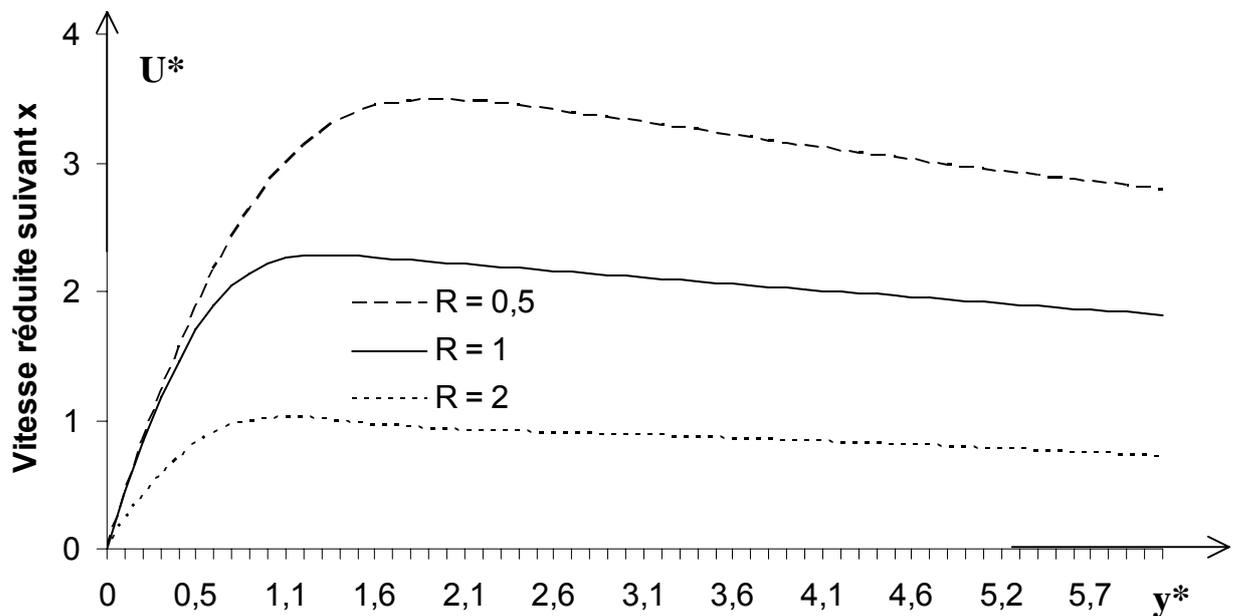


Figure 4.49.a : Variations de U^* en fonction de y^* pour $\Omega = 1$ si $B = 1$ et $\alpha = 30^\circ$.

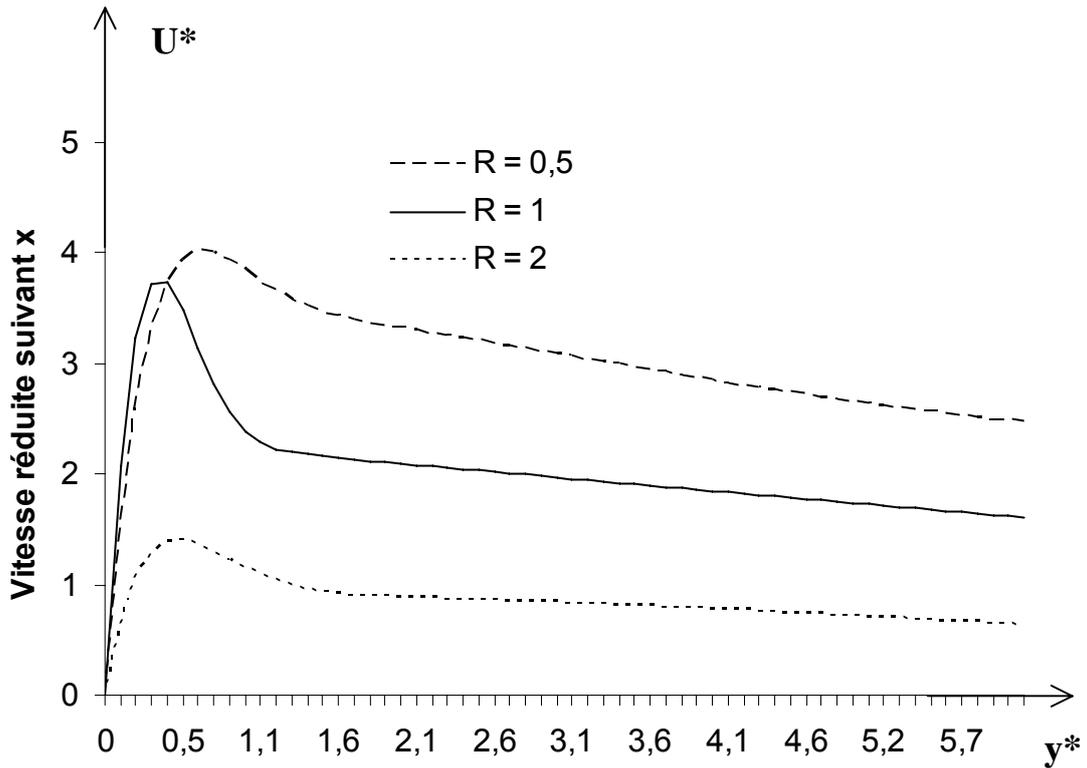


Figure 4.49.b : Variations de U^* en fonction de y^* pour $\Omega = 1$ pour $B = 100$ et $\alpha = 30^\circ$.

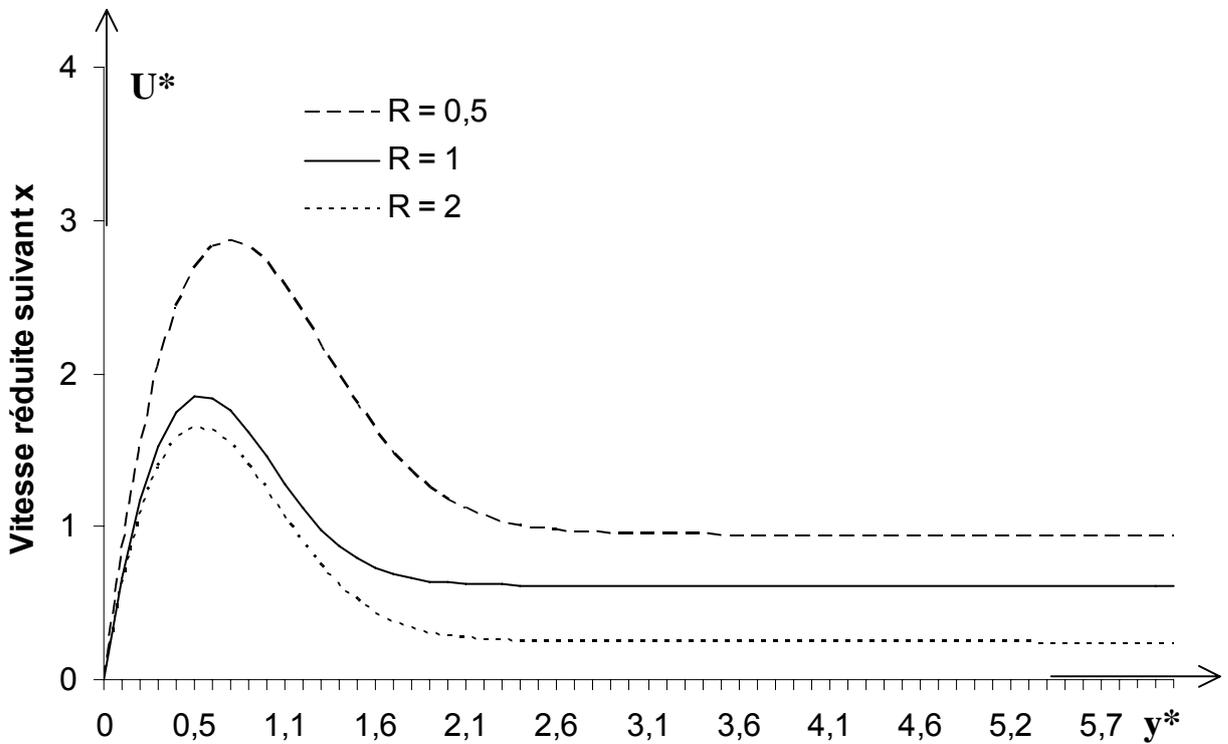


Figure 4.49.c : Variations de U^* en fonction de y^* pour $\Omega = 100$ si $B = 1$ et $\alpha = 30^\circ$.

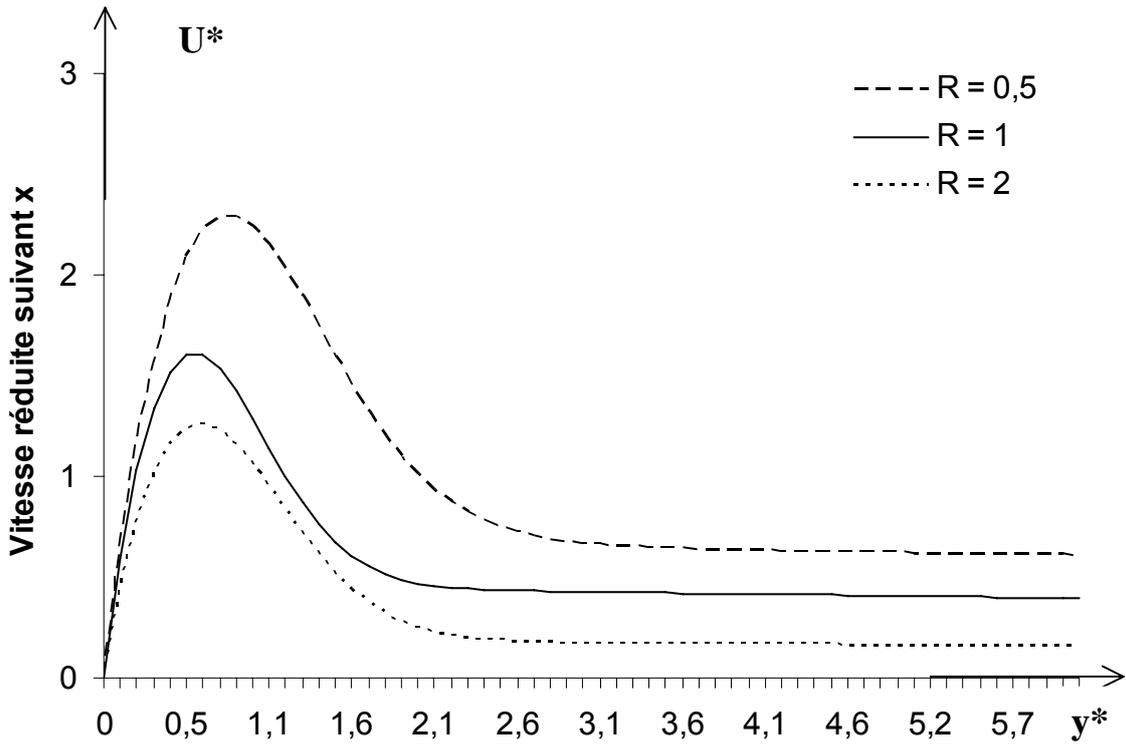


Figure 4.49.d : Variations de U^* en fonction de y^* pour $\Omega = 100$ pour $B = 100$ et $x = 30^\circ$.

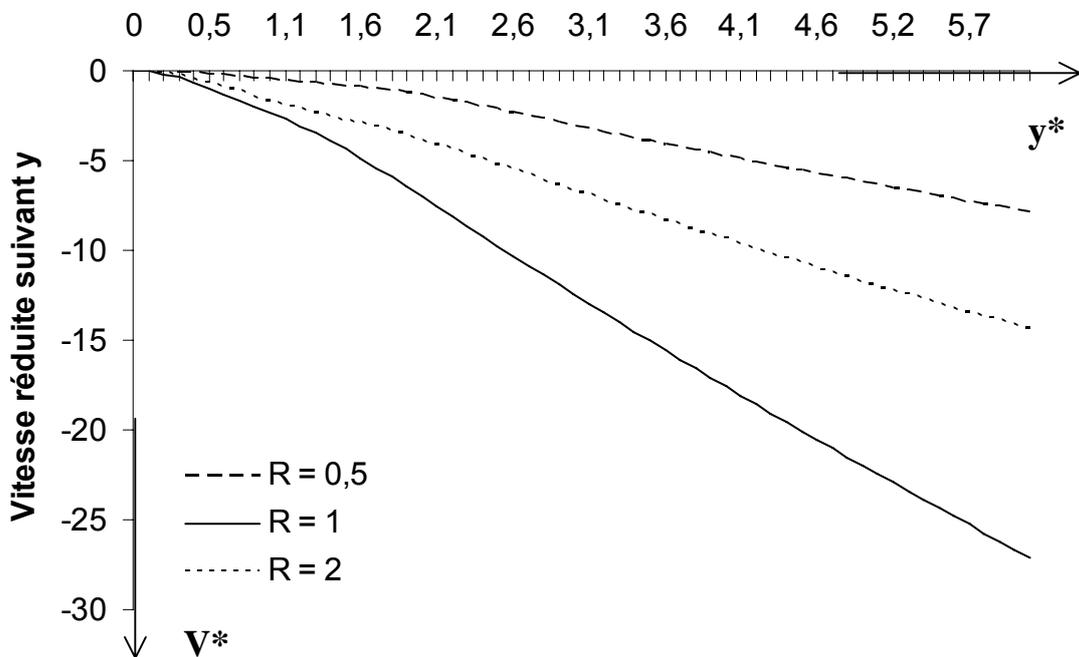


Figure 4.50.a : Variations de V^* en fonction de y^* pour $\Omega = 1$ si $B = 1$ et $x = 30^\circ$.

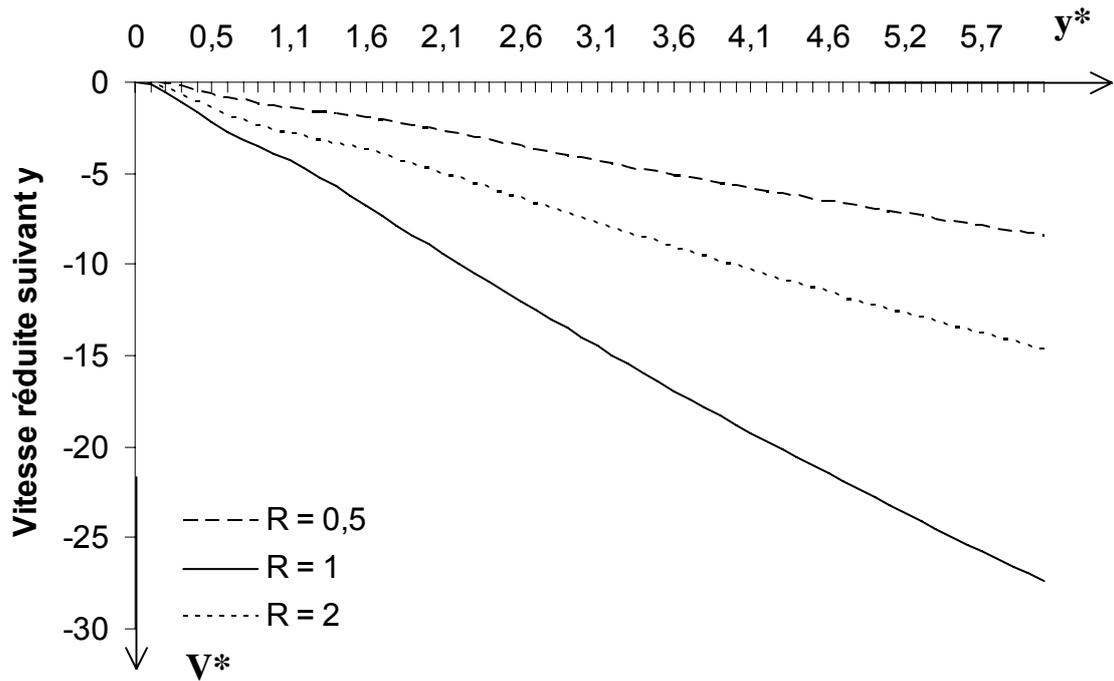


Figure 4.50.b : Variations de V^* en fonction de y^* pour $\Omega = 1$ si $B = 100$ et $x = 30^\circ$.

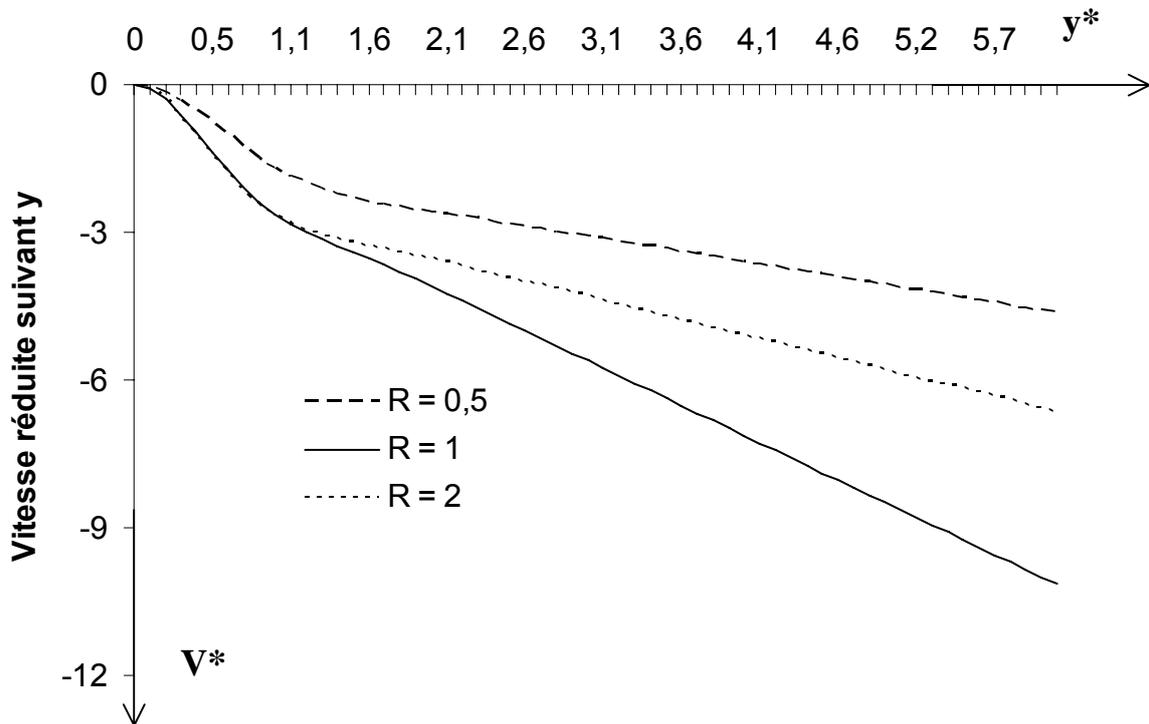


Figure 4.50.c : Variations de V^* en fonction de y^* pour $\Omega = 100$ si $B = 1$ et $x = 30^\circ$.

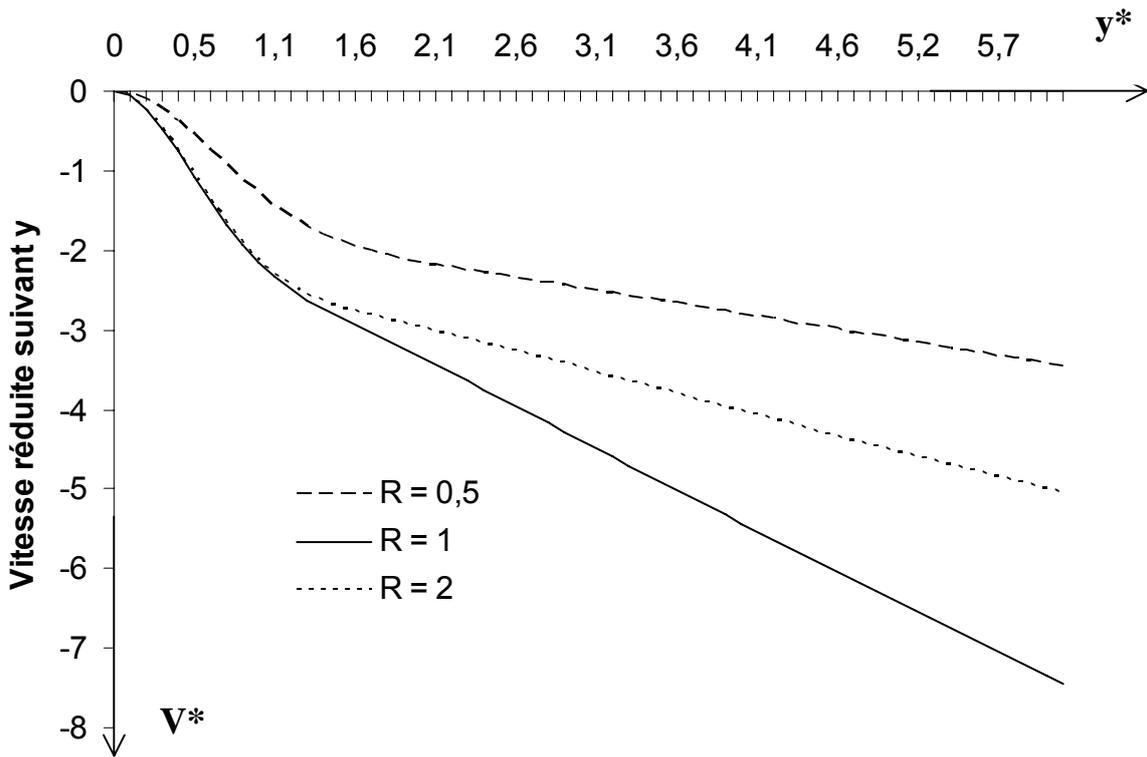


Figure 4.50.d : Variations de V^* en fonction de y^* pour $\Omega = 100$ pour $B = 100$ et $\alpha = 30^\circ$.

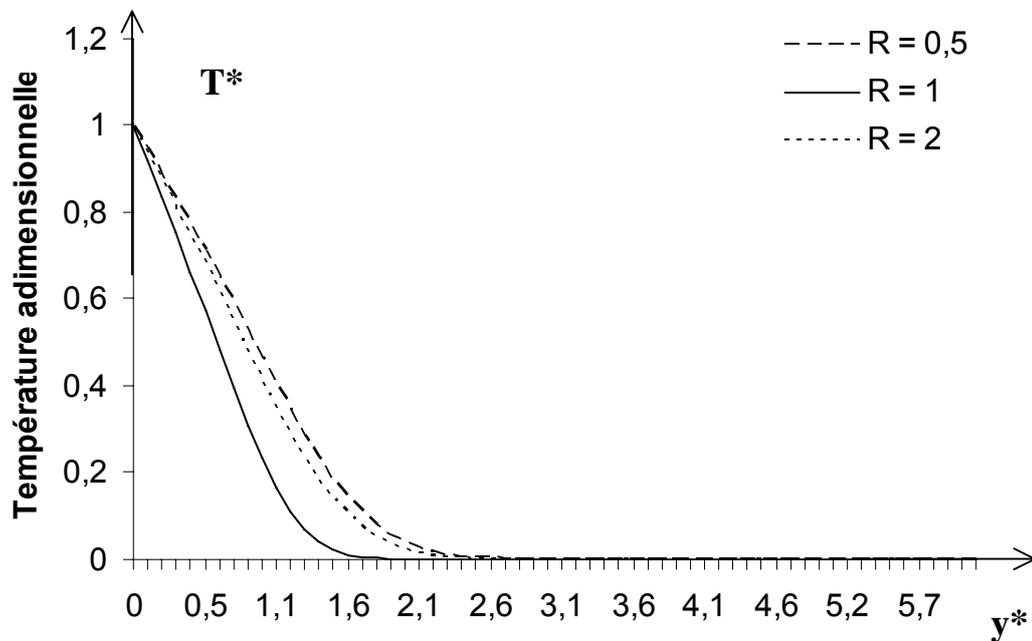


Figure 4.51.a : Variations de T^* en fonction de y^* pour $\Omega = 1$ si $B = 1$ et $\alpha = 30^\circ$.

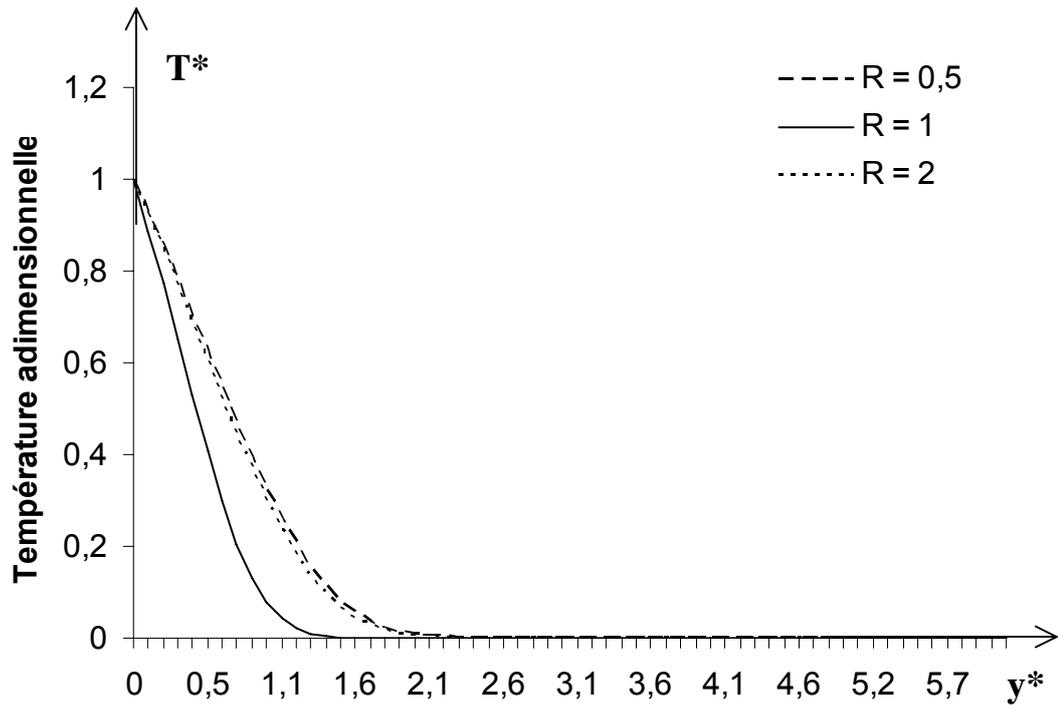


Figure 4.51.b : Variations de T^* en fonction de y^* pour $\Omega = 1$ si $B = 100$ et $x = 30^\circ$.

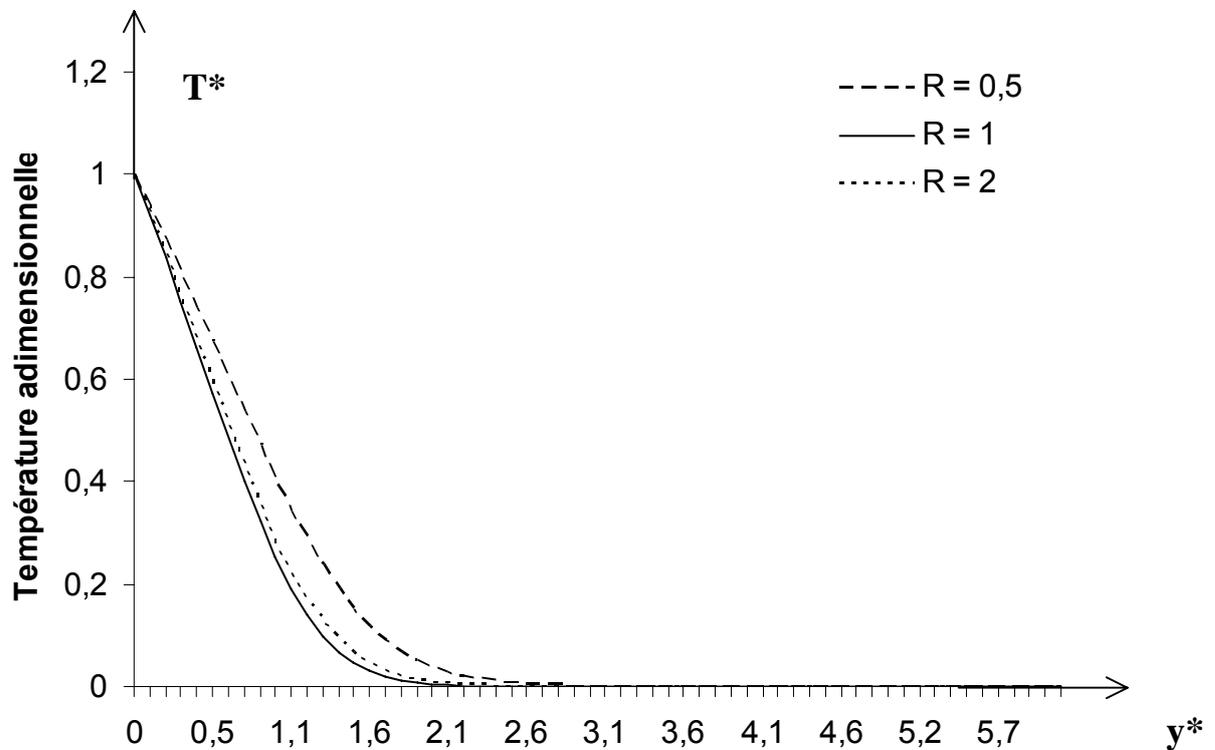


Figure 4.51.c : Variations de T^* en fonction de y^* pour $\Omega = 100$ si $B = 1$ et $x = 30^\circ$.

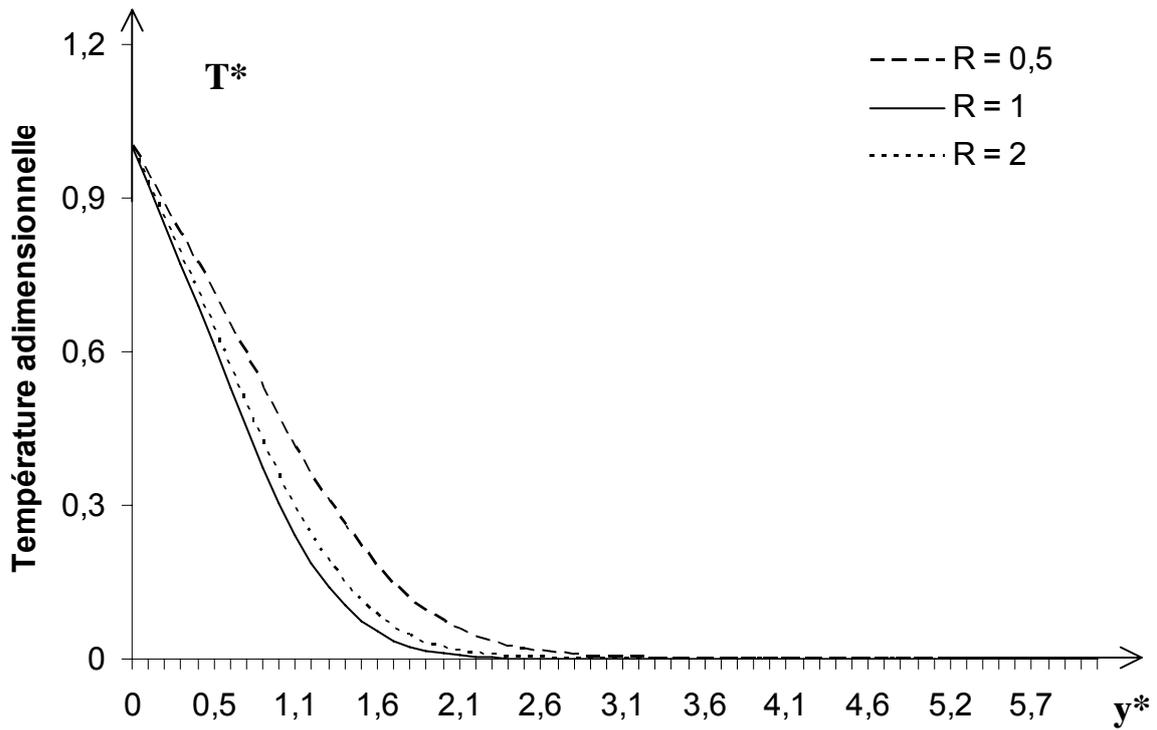


Figure 4.51.d : Variations de T^* en fonction de y^* pour $\Omega = 100$ pour $B = 100$ et $x = 30^\circ$.

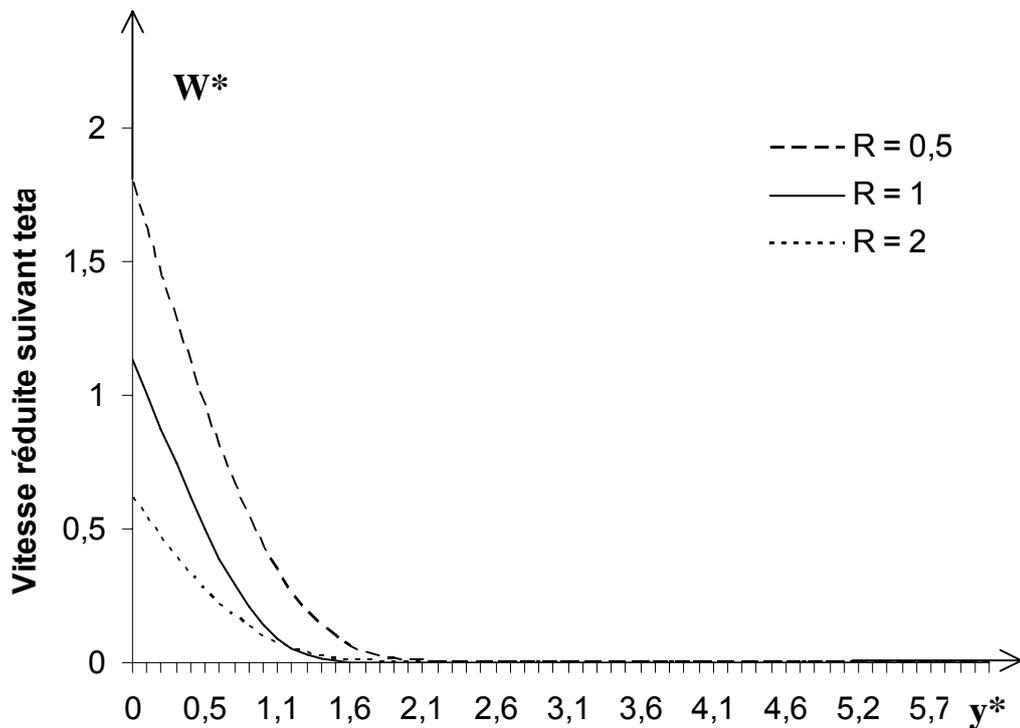


Figure 4.52.a : Variations de W^* en fonction de y^* pour $\Omega = 1$ si $B = 1$ et $x = 30^\circ$.

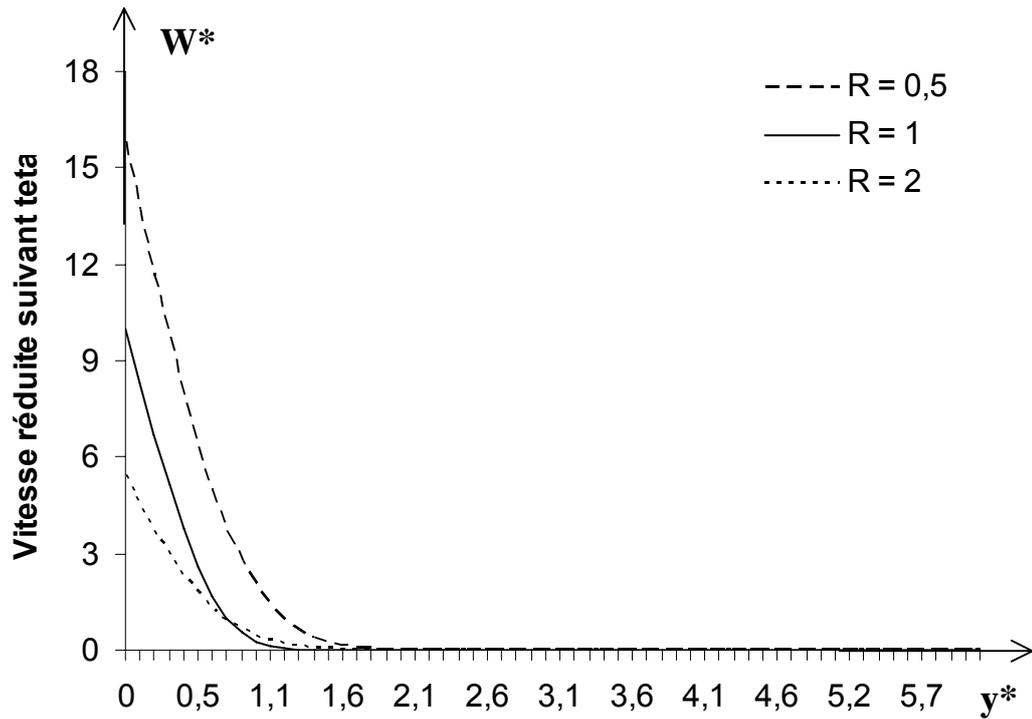


Figure 4.52.b : Variations de W^* en fonction de y^* pour $\Omega = 1$ si $B = 100$ et $x = 30^\circ$.

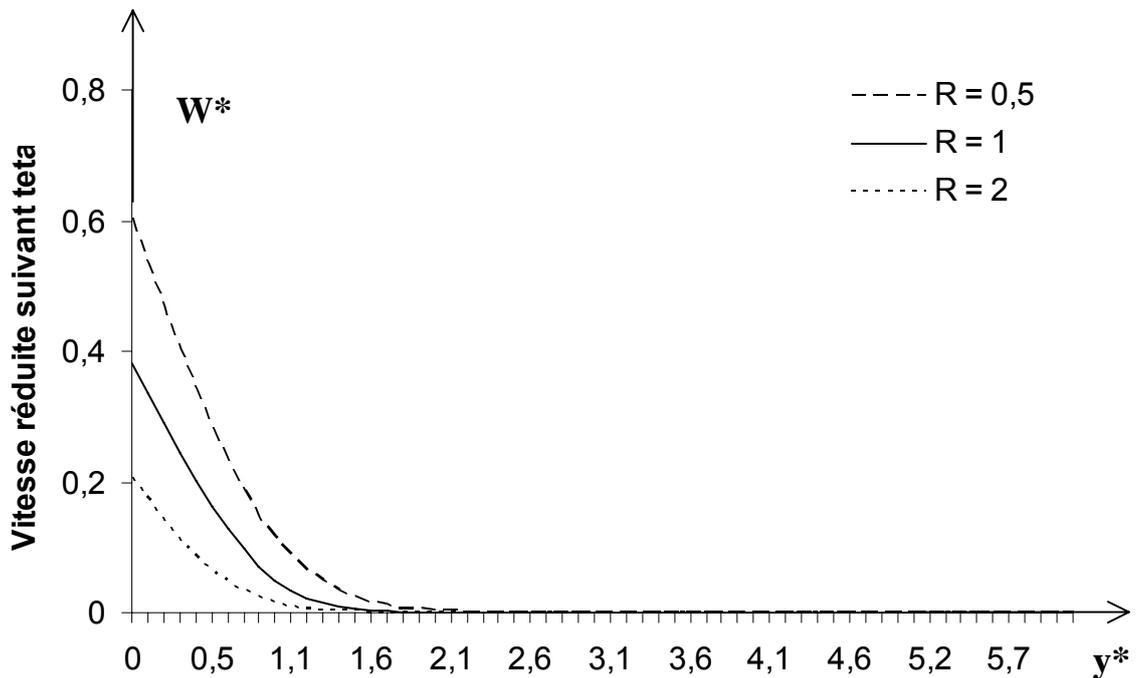


Figure 4.52.c : Variations de W^* en fonction de y^* pour $\Omega = 100$ si $B = 1$ et $x = 30^\circ$.

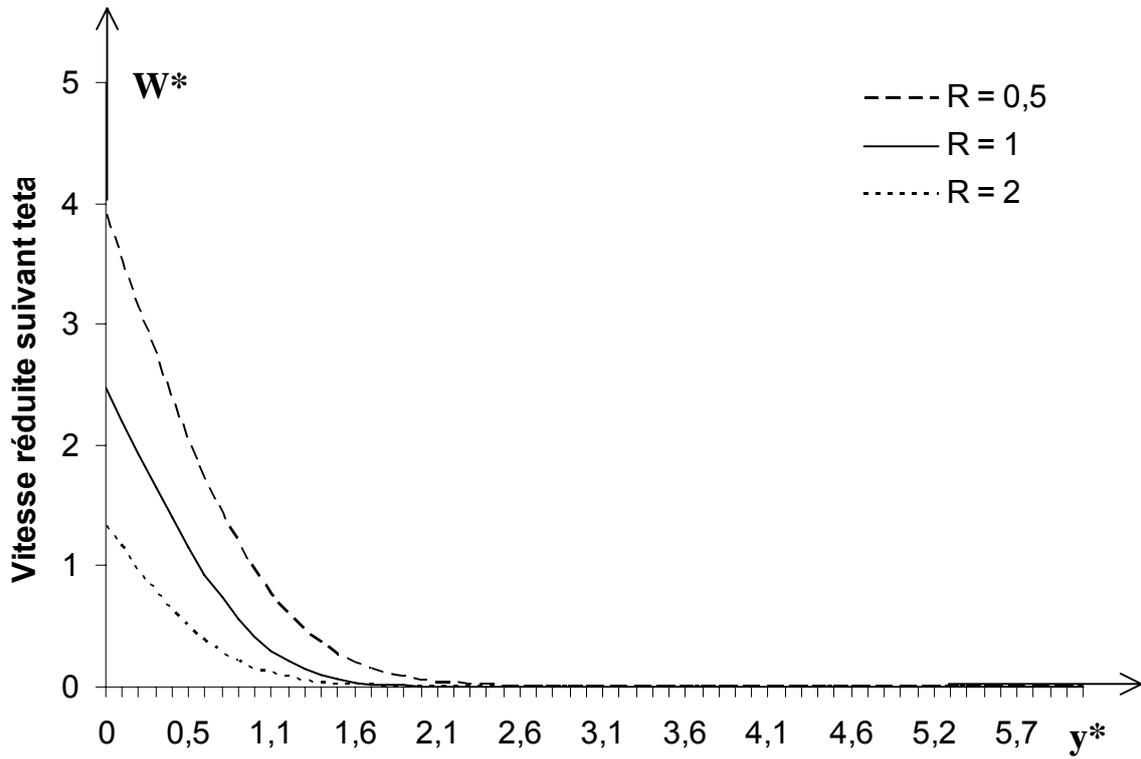


Figure 4.52.d : Variations de W^* en fonction de y^* pour $\Omega = 100$ pour $B = 100$ et $x = 30^\circ$.

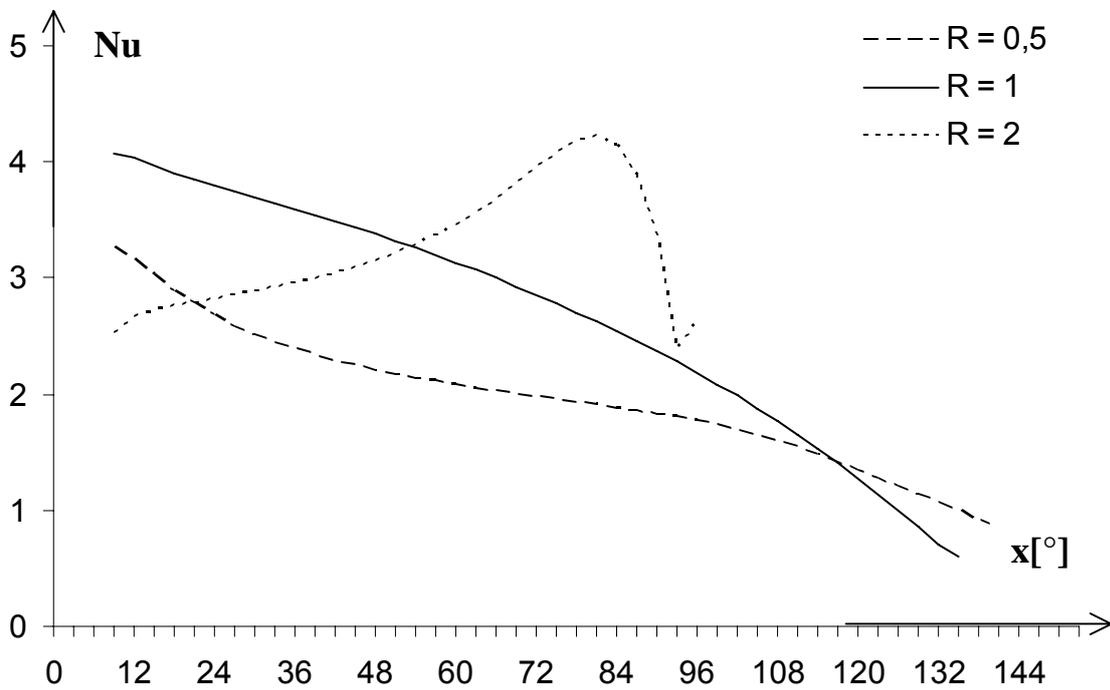


Figure 4.53.a : Variations de Nu en fonction de x pour $\Omega = 1$ si $B = 1$.

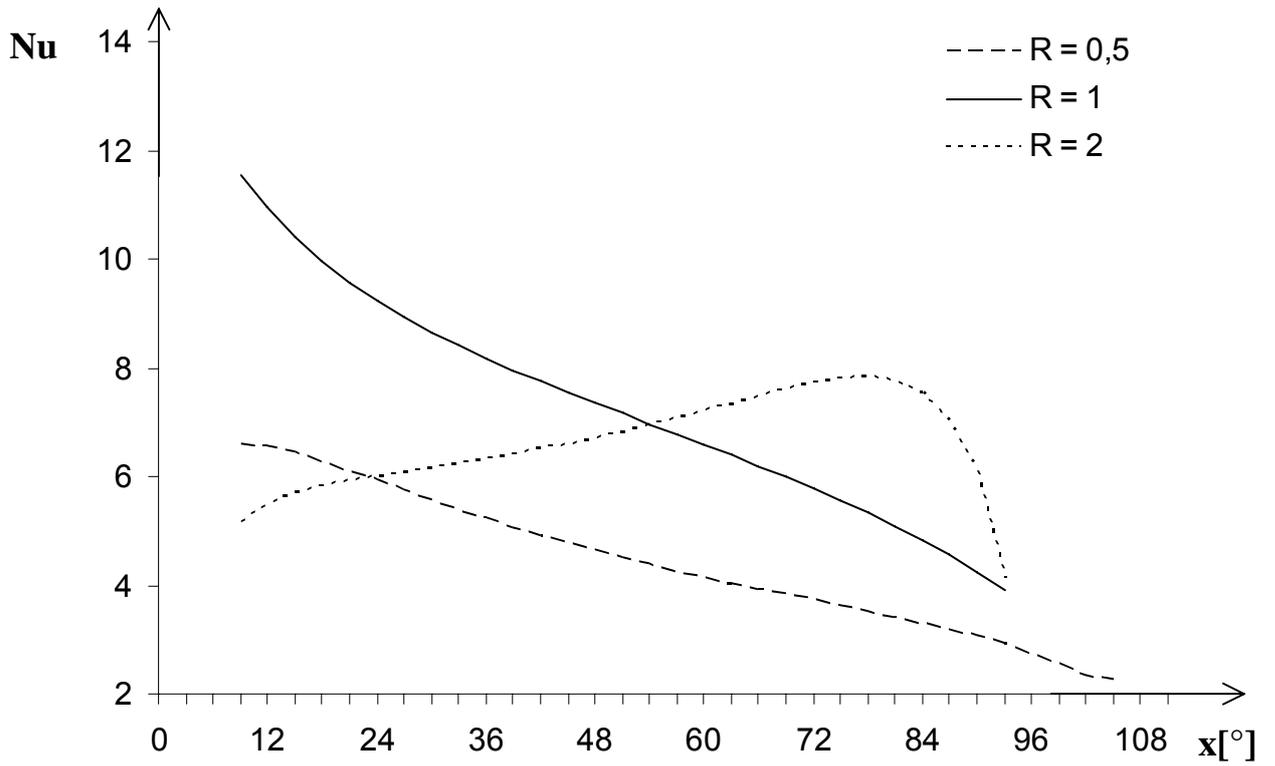


Figure 4.53.b : Variations de Nu en fonction de x pour $\Omega = 1$ pour $B = 100$.

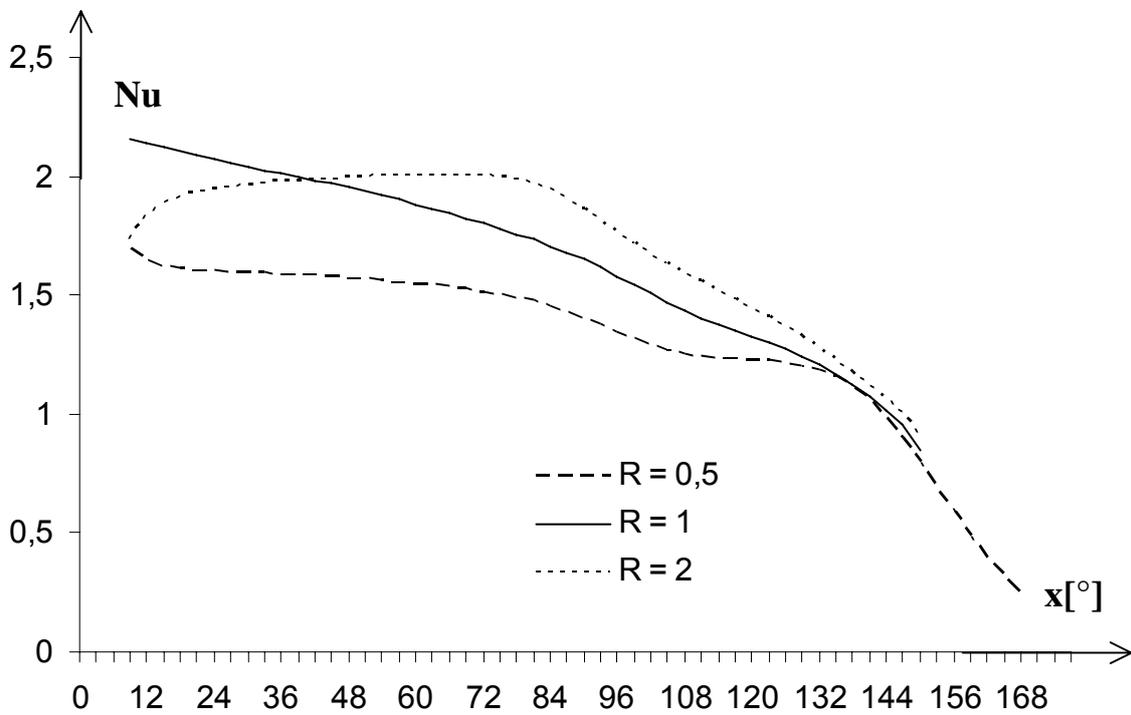


Figure 4.53.c : Variations de Nu en fonction de x pour $\Omega = 100$ si $B = 1$.

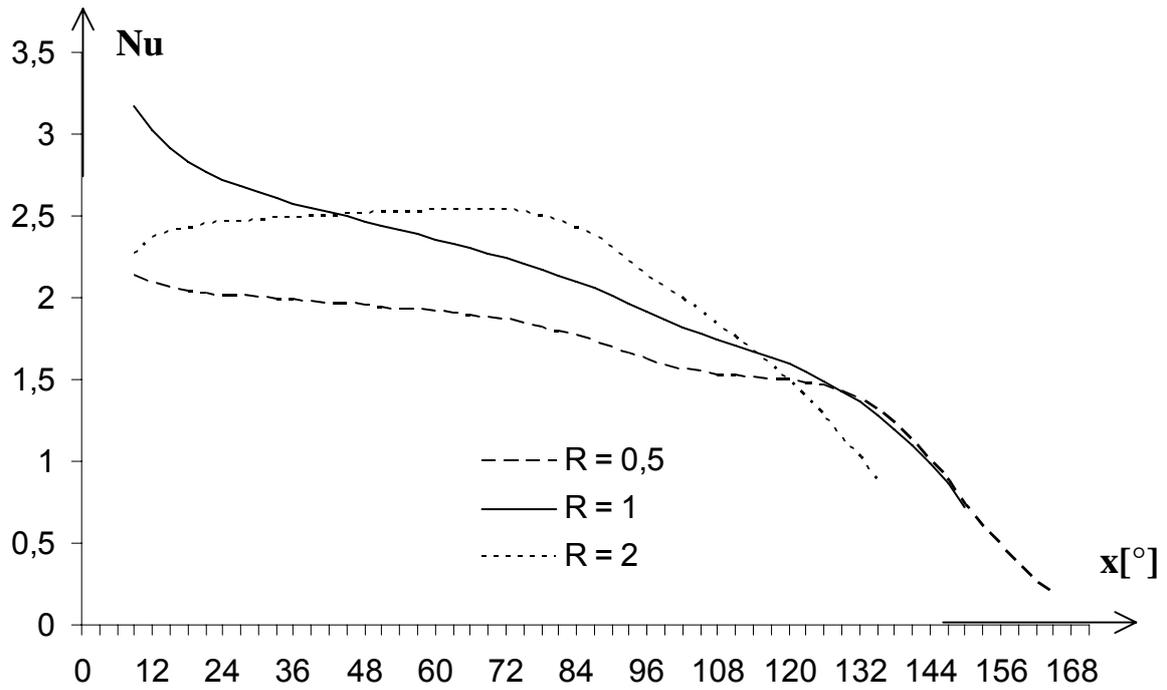


Figure 4.53.d : Variations de Nu en fonction de x pour $\Omega = 100$ si $B = 100$.

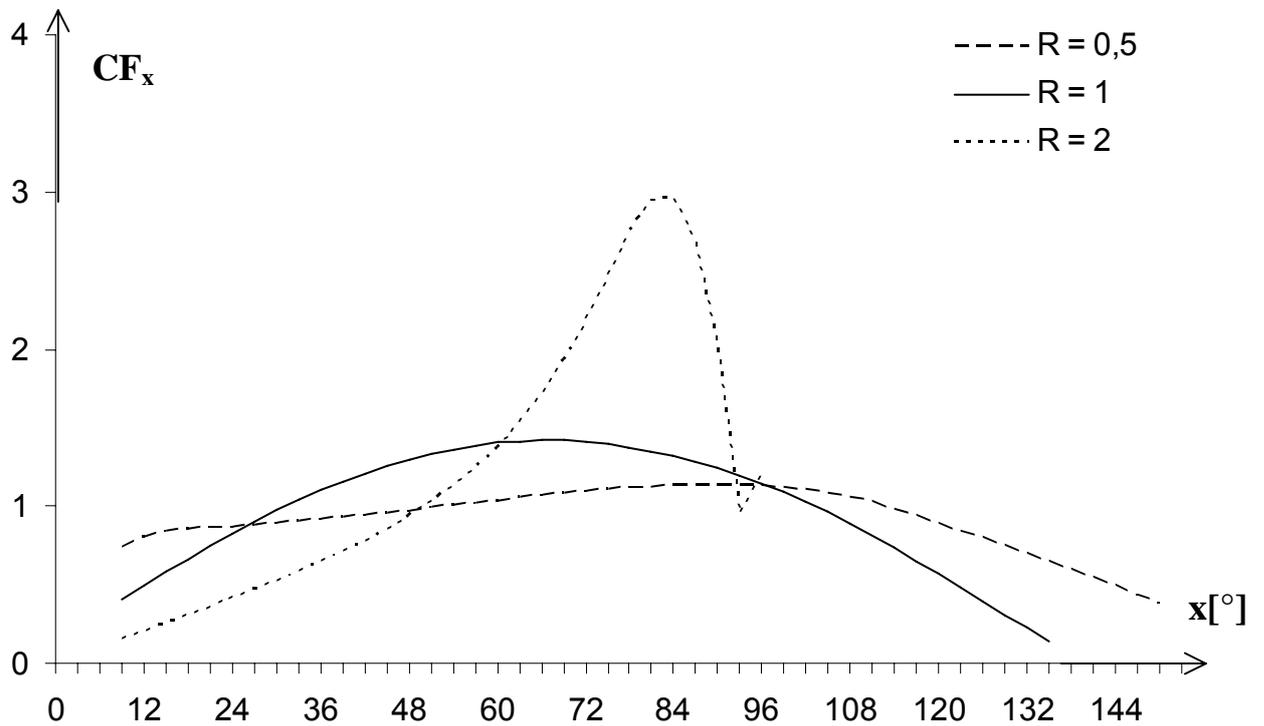


Figure 4.54.a : Variations de CF_x en fonction de x pour $\Omega = 1$ pour $B = 1$.

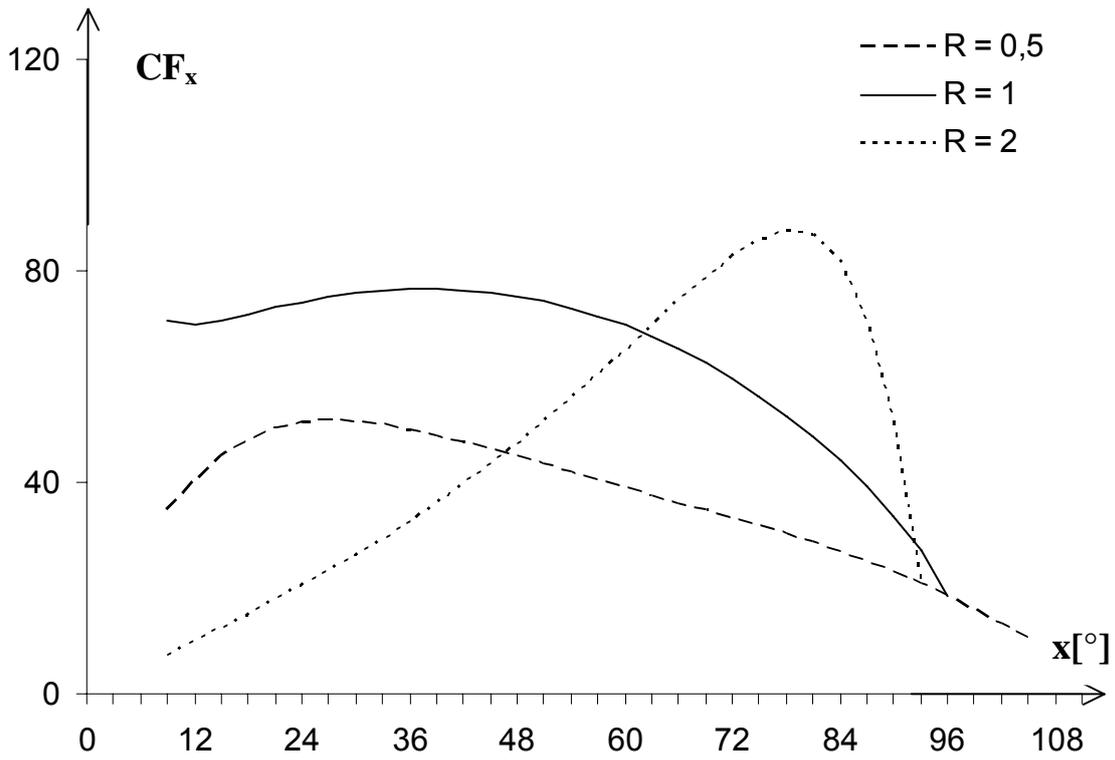


Figure 4.54.b : Variations de CF_x en fonction de x pour $\Omega = 1$ pour $B = 100$.

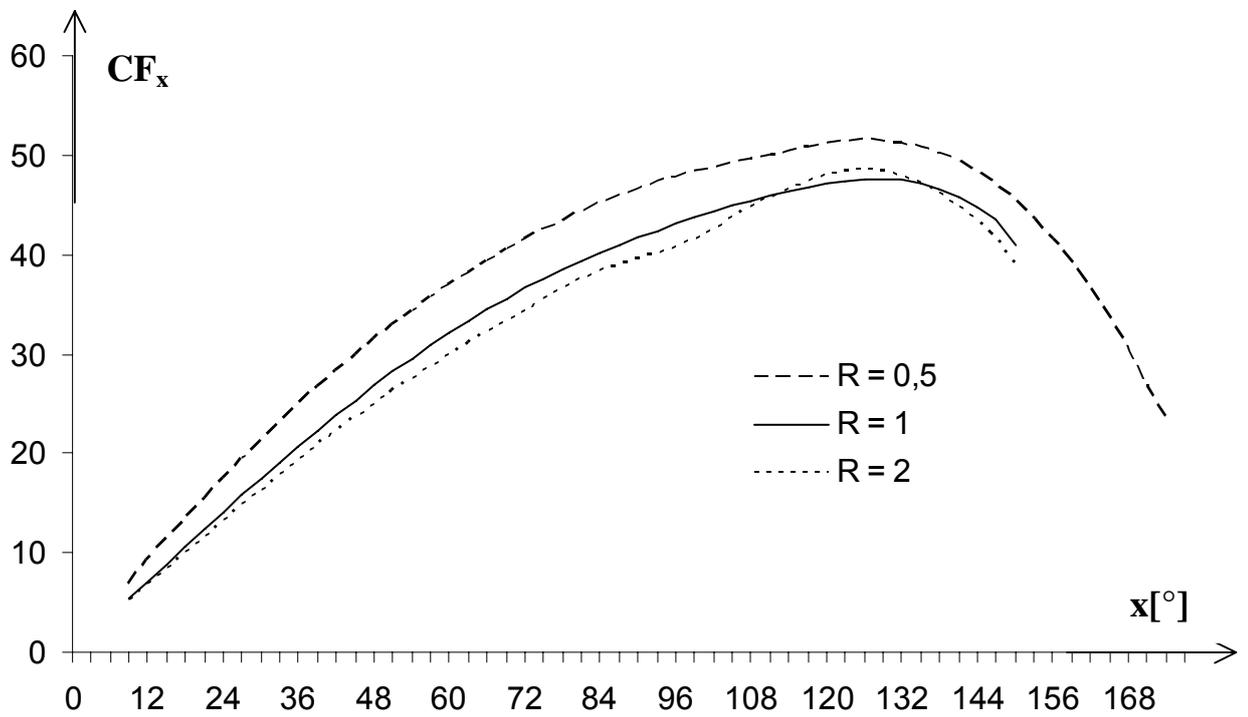


Figure 4.54.c : Variations de CF_x en fonction de x pour $\Omega = 100$ si $B = 1$.

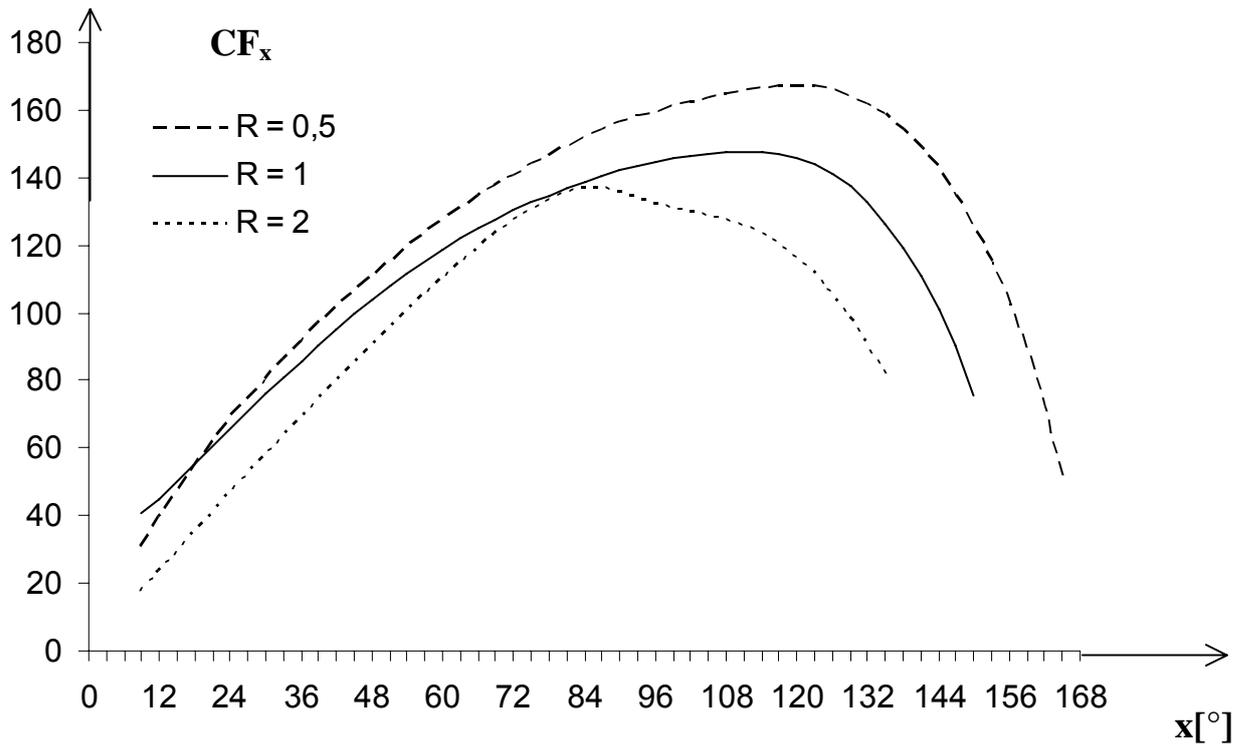


Figure 4.54.d : Variations de CF_x en fonction de x pour $\Omega = 100$ si $B = 100$.

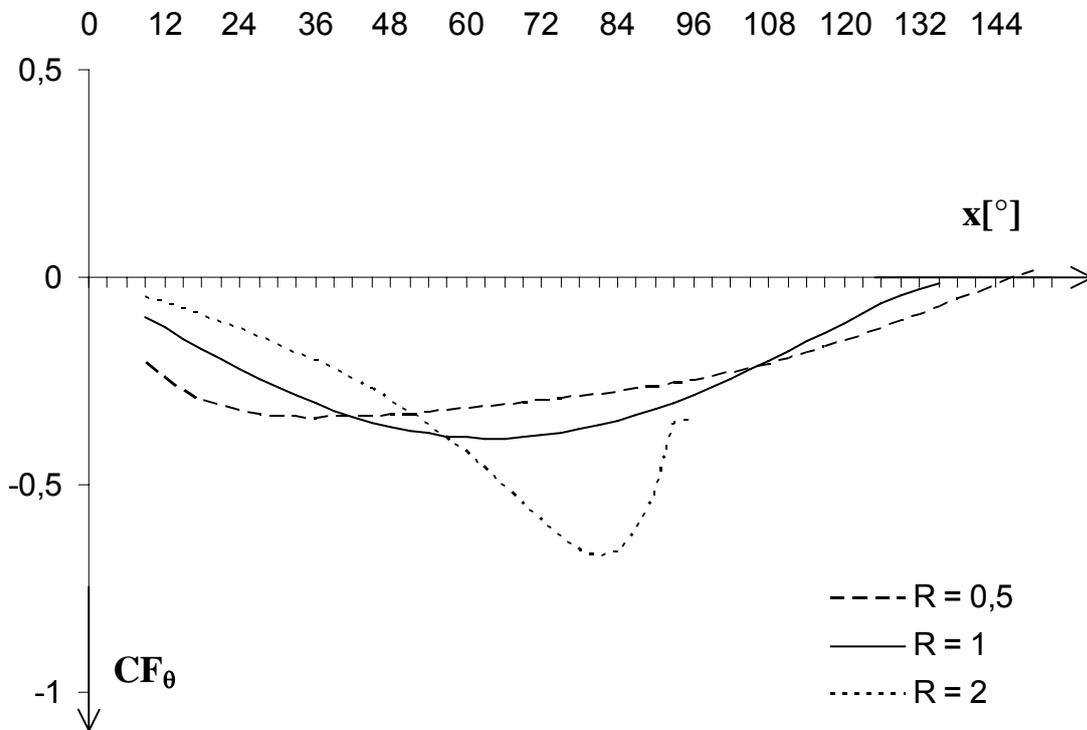


Figure 4.55.a : Variations de CF_θ en fonction de x pour $\Omega = 1$ pour $B = 1$.

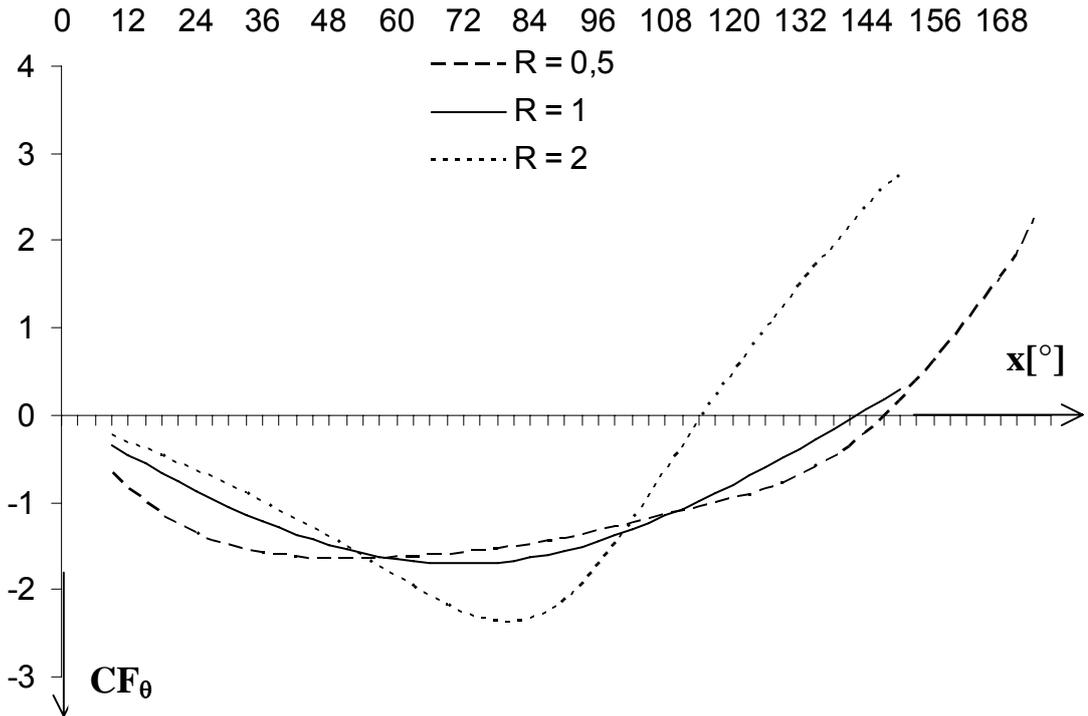


Figure 4.55.b : Variations de CF_θ en fonction de x pour $\Omega = 100$ si $B = 1$.

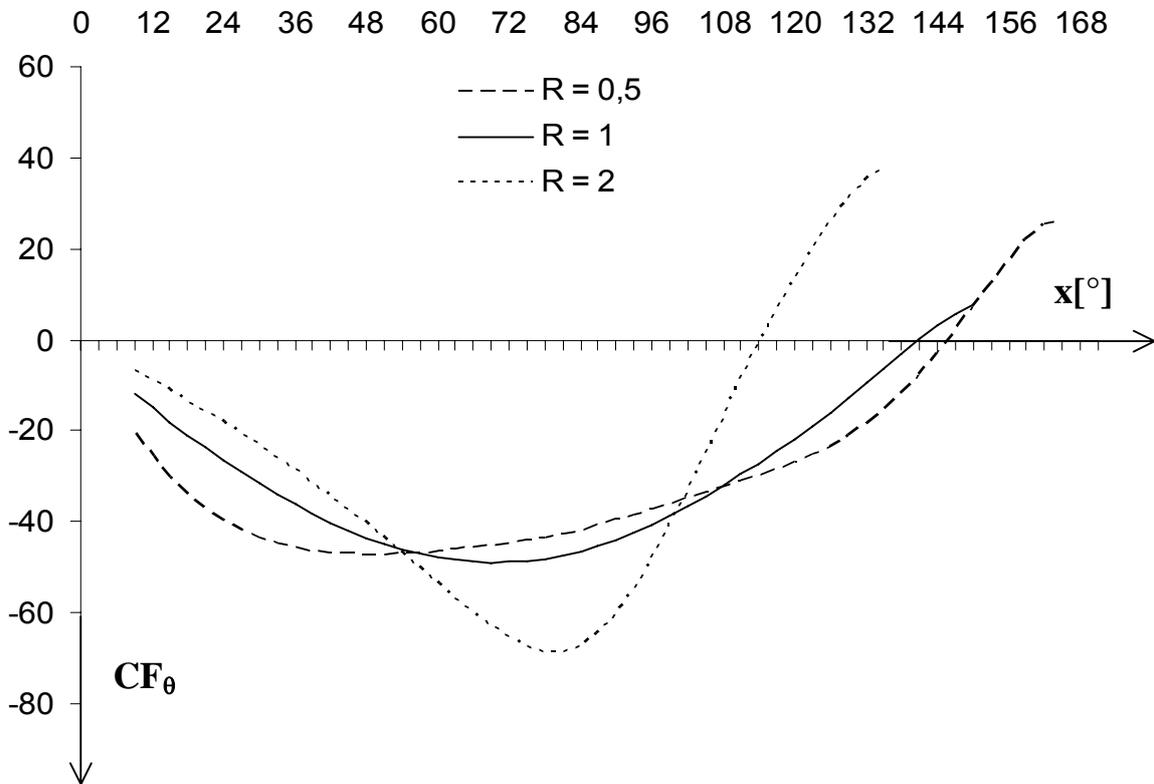


Figure 4.55.c : Variations de CF_θ en fonction de x pour $\Omega = 100$ si $B = 100$.

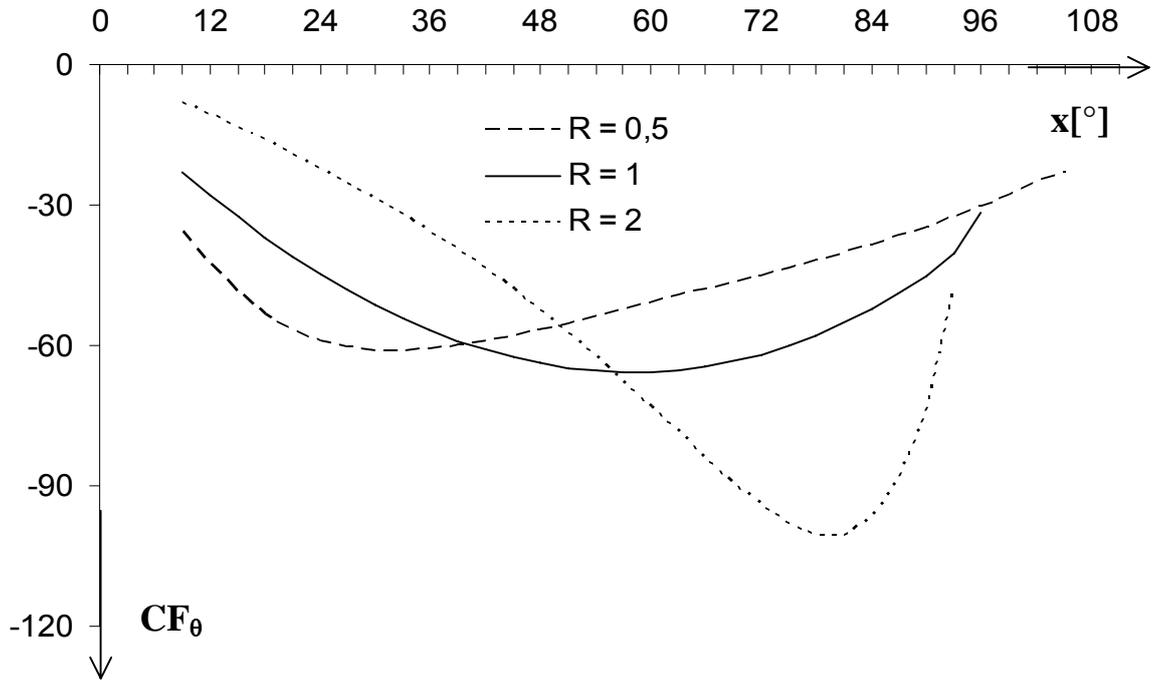


Figure 4.55.d : Variations de CF_θ en fonction de x pour $\Omega = 1$ si $B = 100$.

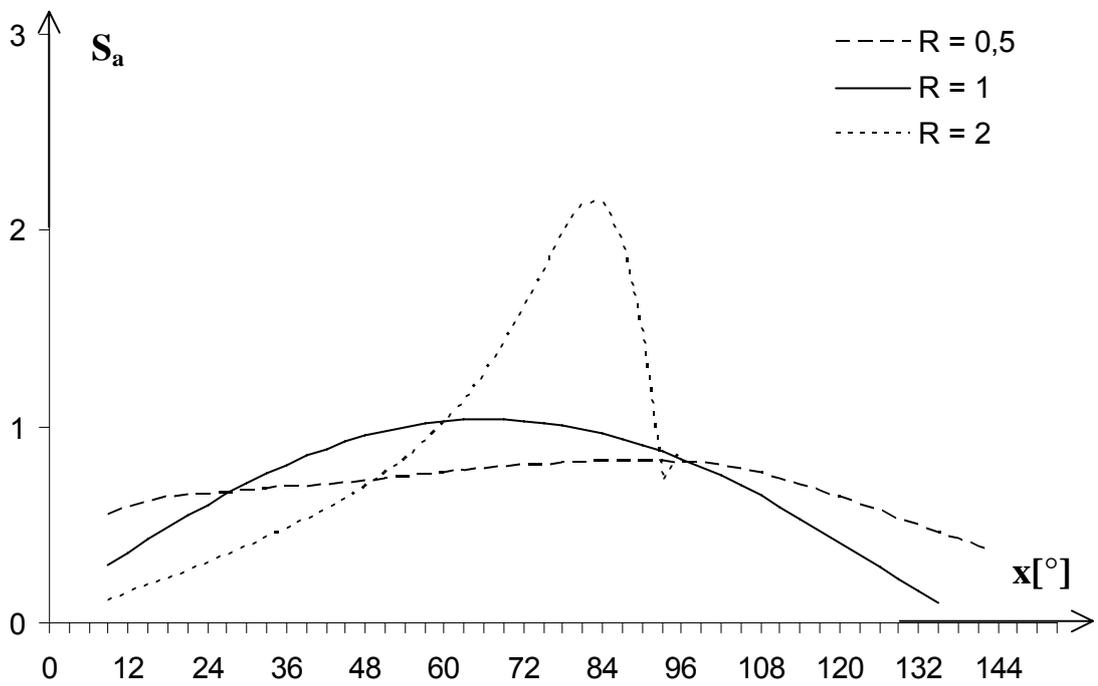


Figure 4.56.a : Variations de S_a en fonction de x pour $\Omega = 1$ si $B = 1$.

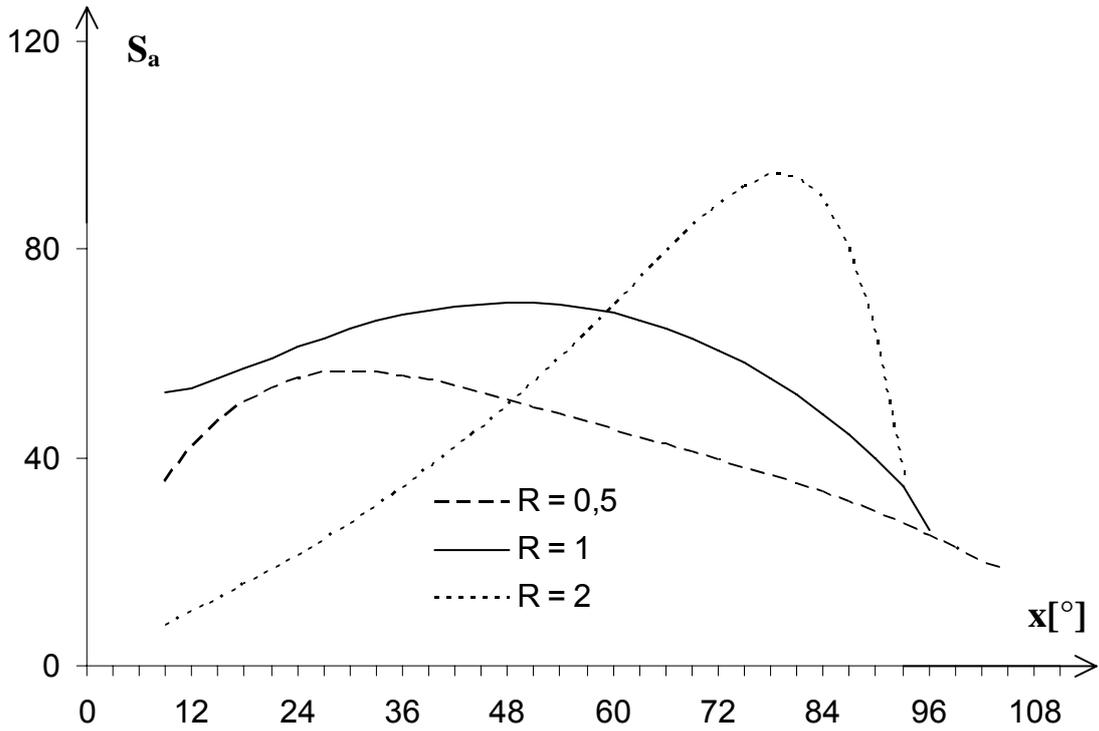


Figure 4.56.b : Variations de S_a en fonction de x pour $\Omega = 1$ si $B = 100$.

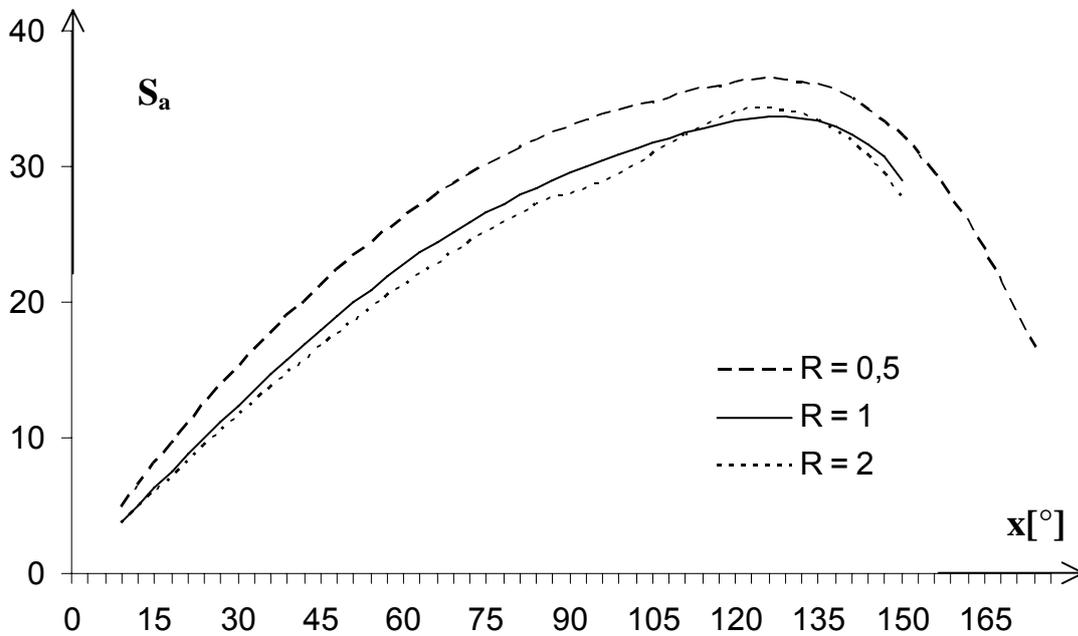


Figure 4.56.c : Variations de S_a en fonction de x pour $\Omega = 100$ pour $B = 1$.

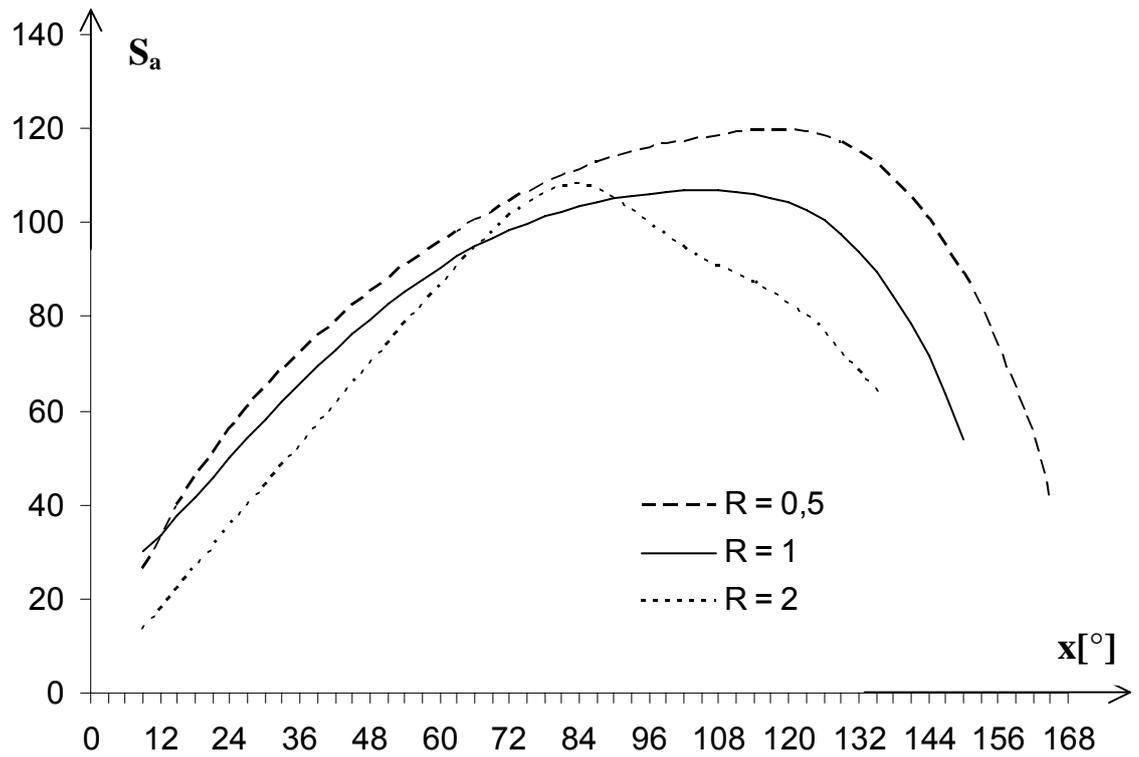


Figure 4.56.d : Variations de S_a en fonction de x pour $\Omega = 100$,
 $B = 100$.